

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR  
HYDRAULICS

"The Mujahid Abdellah ARBAOUI"



المدرسة الوطنية العليا للري  
"المجاهد عبد الله عرباوي"

ⵎⴰⵔⵉⵜ ⵏ ⵙⵉⵎⵓⵔ ⵏ ⵙⵉⵎⵓⵔ ⵏ ⵙⵉⵎⵓⵔ ⵏ ⵙⵉⵎⵓⵔ

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

*Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique*

**Option : IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME :**

**Etude d'extension du périmètre Souagui (252.65 HA) à partir du  
Barrage de Beni Slimane Wilaya de Médéa**

**Présenté par :**

**SEBBOUH Anes**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
RASSOUL Abdelaziz	Professeur	Président
AZIEZ Ouahiba	M.C.B	Examineur
SAIL Nadhira	M.A.A	Examineur
KERID Rachid	M.C.A	Examineur
BOUZIANE Omar	M.A.A	Promoteur

**Session Janvier 2023**

## **REMERCIEMENT**

*"Avant de présenter mon projet de fin d'études, je désire exprimer ma reconnaissance envers Allah en utilisant l'expression "Al hamdou li Allah". C'est grâce à Sa générosité que j'ai pu puiser la force, la détermination et le courage indispensables pour mener à bien ce travail et franchir cette étape importante."*

*"Je remercie mon promoteur : Mr O. BOUZIAN qui m'a suivi et conseillé avec patience dans chaque étape de réalisation de ce travail."*

*"Je voudrais exprimer ma gratitude envers mes parents qui ne m'ont jamais rien refusé et qui ont toujours été un moteur pour moi. Je remercie tous mes frères et sœurs, Mouadh, Nour, Anfal, mes oncles et mes tantes, particulièrement Ali, qui était plus comme un grand frère avant d'être un oncle. Je suis reconnaissant envers tous mes amis et mes proches."*

*"Je tiens également à exprimer ma gratitude envers mes enseignants et l'ensemble du personnel de l'E.N.S.H pour leur précieuse contribution à ma formation en tant qu'ingénieur d'État en Hydraulique."*

*"Je désire également exprimer ma reconnaissance envers les membres du jury qui auront la gentillesse d'évaluer mon travail."*

## **Dédicace**

### ***À mes chers parents et à toute ma famille bien-aimée,***

*Votre soutien constant et votre amour inconditionnel ont constitué les piliers sur lesquels j'ai construit mon chemin. Vos encouragements discrets et votre présence permanente ont illuminé mes jours les plus sombres. Chaque geste de votre part a été un moteur pour mon succès. Votre bonheur est devenu le mien, et je vous exprime toute ma reconnaissance en dédiant mes réalisations à votre bien-être.*

### ***À mes frères bien-aimés,***

*MOUADH. NOUR. ANFEL Mes piliers, mes compagnons, partageant mes joies et mes peines.*

### ***À mes amis bien-aimés,***

*À travers les rires partagés, les moments de complicité et les épreuves surmontées ensemble, vous avez rempli ma vie de joie et d'inspiration. Votre amitié sincère et votre soutien indéfectible m'ont donné la force d'aller de l'avant et de persévérer. Nos liens sont un trésor que je chérirai toujours, et chaque succès que je célèbre est également le vôtre.*

### ***À mes enseignants de l'ENSH,***

*Votre engagement pour l'enseignement et votre dévouement à notre épanouissement ont été des éléments fondamentaux pour mon développement académique et personnel. Votre enseignement a modelé ma pensée critique et a ouvert des perspectives illimitées. Vos précieux conseils et votre expertise ont guidé ma quête de savoir. Je vous exprime ma gratitude la plus profonde pour avoir illuminé ma voie vers la réussite.*

**SEBBOUH ANES**

## ملخص:

في إطار برنامج تهيئة الأراضي الزراعية الواقعة بمحيط المدينة قمنا بدراسة توسعة لشبكة السقي الخاصة بالمحيط الزراعي لبلدية سواقي والتي يتم تزويدها بمياه سد الصافي ببلدية بن سليمان والتي تبلغ مساحتها 252.65 هكتار وهي موجهة لزراعة الحبوب بنسبة أكبر والأشجار والنباتات التي تم اختيارها انطلاقا من خصائص التربة ومختلف العوامل الزراعية. الهدف من هذه الدراسة هو استغلال التقنيات الحديثة من أجل الوصول إلى استغلال نسبة أكبر من الأراضي الفلاحية وزيادة المردود الانتاجي.

## Résumé :

Dans le cadre du programme de développement des terres agricoles de la périmètre de Médéa, nous avons réalisé une étude sur l'extension du réseau d'irrigation du périmètre agricole de Souagui. Cette zone est alimentée en eau par le barrage de Safi de Beni Slimane, couvrant une superficie de 252.65Ha. Les terres sont principalement destinées à la culture de céréales, d'arbres et de plantes sélectionnés en fonction des caractéristiques du sol et de divers facteurs agricoles.

L'objectif de cette étude est d'exploiter des techniques nouvelles et modernes afin d'atteindre une plus grande utilisation des terres agricoles et d'augmenter le rendement agricole.

## Abstract:

In the context of the agricultural land development program in the Médéa perimeter, we conducted a study on the expansion of the irrigation network for the agricultural surroundings of the municipality of Souagui. This area is supplied with water from the Safi Dam of Ben Slimane, covering an area of 252.65Ha. The land is primarily designated for the cultivation of grains, trees, and plants chosen based on soil characteristics and various agricultural factors.

The aim of this study is to harness new and modern techniques to achieve a greater utilization of agricultural lands and increase agricultural productivity.

# Liste des matières

Résumé

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des planches

Liste des annexes

**Introduction Générale..... 1**

## **Chapitre I : Analyse des conditions naturelles**

I. Introduction :..... 3

I.1. Présentation générale de la zone d'étude :..... 3

I.1.1. Situation Géographique De La Wilaya De Médéa : ..... 3

I.1.2. Situation Géographique de la commune de SOUAGUI : ..... 4

I.1.3. Présentation du périmètre d'étude : ..... 4

I.2. Caractéristiques topographiques de la zone ..... 5

I.2.1. Géomorphologie et Relief ..... 5

I.2.2. Hydrogéologique..... 6

I.2.3. Réseau Hydrographique :..... 7

I.3. Etude climatologique ..... 7

I.3.1. Choix de la station de référence :..... 7

I.3.2. Température de l'air :..... 8

I.3.3. Le vent ..... 9

I.3.4. Humidité relative : ..... 10

I.3.5. Le sirocco ..... 11

I.3.6. La neige.....	13
I.3.7. La Grêle : .....	13
I.3.8. La gelée : .....	14
I.3.9. Les précipitations :.....	15
I.3.10. Évaporation : .....	16
I.4. Calcul des indices agro-météorologiques : .....	17
I.4.1. Indice d'aridité De MARTONE.....	17
I.4.2. Quotient ombrothermique d'Emberger :.....	18
I.4.3. Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen : .....	20
I.5. Conclusion : .....	21

## **Chapitre II : Analyse des ressources en sol**

II. Introduction : .....	23
II.1. Ressources en sol :.....	23
II.2. But de l'étude pédagogique :.....	23
II.2.1. Description et classification des sols du périmètre :.....	23
II.2.2. Description du profil type :.....	24
II.2.3. Les Zones homogènes : .....	31
II.2.4. Caractéristiques hydrodynamiques des sols : .....	32
II.2.5. Détermination Aptitude culturale des sols en irrigué .....	32
II.3. Conclusion :.....	34

## **Chapitre III : Analyse des ressources en eau**

III. Introduction : .....	36
III.1. Ressources en eau du périmètre : .....	36
III.1.1. Données générales sur l'ouvrage.....	36
III.1.2. Caractéristiques techniques actuel du barrage.....	37
III.1.3. Etude de la qualité de l'eau d'irrigation : .....	37

III.2. Calcul de la pluie de projet : .....	42
III.2.1. Répartition de la pluies moyenne annuel : .....	42
III.2.2. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique .....	43
III.2.3. Ajustement statistique des pluies annuelles : .....	45
III.2.4. Détermination de l'année de calcul : .....	46
III.3. Conclusion : .....	47

## **Chapitre IV : Besoins en eau des cultures**

IV. Introduction : .....	49
IV.1. Les besoins en eau d'irrigation : .....	49
IV.1.1. Calcul de l'évapotranspiration maximale : .....	49
IV.1.2. L'évapotranspiration de référence (ET <sub>0</sub> ) : .....	49
IV.1.2.1. La formule de Penman-Monteith modifiée : .....	50
IV.1.3. Estimation des coefficients culturaux (K <sub>c</sub> ) : .....	51
IV.1.4. La pluie efficace : .....	52
IV.1.5. Calcul des besoins en eau et RFU : .....	53
IV.1.6. Assolement et rotation des cultures : .....	54
IV.1.7. Estimation des besoins en eau des cultures sélectionnées : .....	56
IV.1.7.1. Estimation des besoins en eau des céréales : .....	56
IV.1.7.2. Estimation des besoins en eau des maraîchages : .....	60
IV.1.7.3. Estimation des besoins en eau des arboricultures : .....	62
IV.1.8. Calcul des besoins en eau pour les assolements : .....	64
IV.2. Calcul de débit spécifique : .....	66
IV.3. Calcul de débit caractéristique : .....	67
IV.4. Estimation des volumes d'eau d'irrigation : .....	67
IV.5. Conclusion : .....	68

## **Chapitre V : Etude du système d'adduction-distrubition**

V. Introduction :	70
V.1. Alimentation en eau du périmètre :	70
V.1.1. Réseau d'adduction	70
V.1.1.1. Barrage vers station de pompage :	70
V.1.1.2. CALCUL LE DEBIT EVACUE PAR LA PRISE D'EAU :	71
V.1.1.3. CHAMBRE DE VANNE :	71
V.1.1.4. Périmètre SOUAGUI	72
V.2. Variante d'aménagement du périmètre d'étude :	72
V.2.1. Démonsionment de la Conduits d'adduction station de pompage – (réservoir de SOUAGUI) :	74
V.2.1.1. Calcul du diamètre économique station de pompage – (resrv de souagui) : ...	74
V.2.1.2. Calcul les pertes de charges et les vitesses pour les diamètres :	74
V.2.2. Etude de système pompage :	75
V.2.3. Matériaux de construction des canalisations :	76
V.2.4. Dimensionnement de la station de pompage :	78
V.2.4.1. Le coup de bélier	78
V.2.5. Le réservoir	81
V.2.6. Réseau de distribution :	82
V.2.6.1. Organisation et structure du périmètre :	82
V.2.6.2. Ilots et bornes d'irrigation :	82
V.2.6.3. Rôle et fonction de la borne d'irrigation	83
V.2.6.4. Calcul hydraulique des bornes :	83
V.2.6.5. Choix du diamètre de la borne :	83
V.2.6.6. Simulation du réseau :	86
V.3. Conclusion :	90

## **Chapitre VI : Choix de la technique d'irrigation**

VI. Introduction :	86
--------------------	----

VI.1. Différentes techniques d'arrosages .....	86
VI.1.1. L'irrigation de surface : .....	86
VI.1.1.1. L'irrigation par ruissellement : .....	86
VI.1.1.2. L'irrigation par surpression : .....	87
VI.1.1.3. L'irrigation par infiltration : .....	87
VI.1.2. L'irrigation par aspersion : .....	88
VI.1.3. L'irrigation localisée (goutte à goutte) : .....	89
VI.2. Conclusion : .....	90

## **Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle**

VII. Introduction : .....	92
VII.1. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par Aspersion : .....	92
VII.1.1. Calcule de la dose pratique RFU : .....	92
VII.1.2. Dimensionnement théorique : .....	93
VII.1.3. Vérification de la pluviométrie .....	94
VII.1.3.1. Calcul du tour d'eau : .....	95
VII.1.3.2. Calcul de la dose réelle : .....	95
VII.1.3.3. Calcul de la dose brute : .....	95
VII.1.3.4. Temps d'arrosage : .....	95
VII.1.3.5. Calcul de l'unité d'arrosage : .....	96
VII.1.3.6. Calcul du débit d'équipement : .....	96
VII.1.3.7. Calcul du volume fourni par un asperseur par mois : .....	96
VII.1.3.8. Calcul du volume à épandre en un mois sur toute la parcelle : .....	96
VII.1.3.9. Calcul du nombre d'asperseurs requis : .....	96
VII.1.4. Calcul hydraulique du réseau d'irrigation par aspersion : .....	97
VII.1.4.1. La longueur de la rampe : .....	97
VII.1.4.2. Dimensionnement de la rampe .....	98
VII.1.4.3. Calcul du diamètre de la rampe : .....	98

VII.1.4.4. Calcul de la perte de charge de la rampe : .....	98
VII.1.5. Dimensionnement de la porte rampe : .....	99
VII.1.5.1 Longueur de la porte rampe : .....	99
VII.1.6. Les résultats du dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion : .....	100
VII.1.6.1. Calcul de la pression en tête du réseau : .....	101
VII.2. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par goutte à goutte : .....	101
VII.2.1. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation goutte à goutte : .....	102
VII.2.1.1. Impact du taux de couverture du sol : .....	102
VII.2.1.2. Calcul de la dose nette : .....	102
VII.2.1.3. Fréquence et intervalle des arrosages (Fr) : .....	103
VII.2.1.4. Calcul de la dose brute : .....	104
VII.2.1.5. Durée d'arrosage h : .....	104
VII.2.1.6. Durée d'arrosage journalier : .....	105
VII.2.1.7. Nombre d'arbre par hectare : .....	105
VII.2.1.8. Nombre d'arbre par rampe : .....	105
VII.2.1.9. Nombre des goutteurs par rampe : .....	105
VII.2.1.10. Débit d'une rampe : .....	105
VII.2.1.11. Nombre de rampes : .....	106
VII.2.1.12. Débit de porte rampe : .....	106
VII.2.2. Calcul hydraulique du réseau d'irrigation goutte à goutte : .....	106
VII.2.2.1. Diamètre de la rampe : .....	106
VII.2.2.2. Diamètre de la porte rampe : .....	107
VII.2.2.3. Calcul de la pression en tête du réseau : .....	108
VII.3. Conclusion : .....	109

## **Chapitre VIII : Calcul technico-économique**

VIII. Introduction : .....	112
VIII.1. Travaux à entreprendre pour Le système d'adduction : .....	112

VIII.2. Evaluation des couts des investissements : .....	113
VIII.2.1. Couts des conduites : .....	113
VIII.2.2. Conduites d'adduction : .....	113
VIII.2.3. Coût de la conduite d'adduction : .....	114
VIII.2.4. Conduites de distribution : .....	115
VIII.2.5. Coût du système de distribution : .....	116
VIII.2.6. Cout de station de pompage .....	116
VIII.2.7. Cout du réservoir : .....	117
VIII.2.8. Cout des bornes d'irrigation : .....	117
VIII.3. Conclusion.....	118
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>119</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>120</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>121</b>

## Liste des figures

### **Chapitre I :**

<b>Figure I.1 :</b> Localisation géographique de la wilaya de Médéa .....	3
<b>Figure I.2:</b> Localisation de secteur d'étude par rapport à la carte administrative .....	4
<b>Figure I.3 :</b> Situation géographique du périmètre étudié .....	5
<b>Figure I.4:</b> Extrait de la carte géomorphologique du 1/50.000 <sup>-ème</sup> . ANRH 1974.....	6
<b>Figure I.5 :</b> Extrait de la carte des ressources souterraines du centre de l'Algérie .....	6
<b>Figure I.6:</b> Réseau hydrographique de la région d'étude .....	7
<b>Figure I.7:</b> Températures moyennes mensuelles et saisonnières .....	9
<b>Figure I.8 :</b> Vitesse moyenne du vent .....	10
<b>Figure I.9 :</b> Humidités Relatives moyennes .....	11
<b>FigureI.10 :</b> Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco .....	12
<b>Figure I.11 :</b> Nombre de jours de neige .....	13
<b>Figure I.12:</b> Nombre de jours de la gelée à Station de Médéa .....	14
<b>Figure I.13 :</b> Précipitations moyennes mensuelles (1990-2019).....	15
<b>Figure I.14 :</b> Extrait de la carte des évapotranspirations du Nord de l'Algérie .....	16
<b>Figure I.15 :</b> Diagramme bioclimatique d'EMBERGER .....	19
<b>Figure I.16 :</b> Diagramme ombrothermique de Gausson.....	20

### **Chapitre III :**

<b>FigureIII.1 :</b> Variations mensuelles du SAR et de la conductivité .....	33
<b>FigureIII.2 :</b> abaque de RIVERSIDE.....	35
<b>FigureIII.3 :</b> Ajustement à une loi Normale Station Beni Slimane .....	39

### **Chapitre IV :**

<b>Figure IV.1 :</b> Evapotranspiration de référence $ET_0$ calculée .....	45
<b>Figure IV.2:</b> les pluies efficaces.....	47

## **Chapitre V :**

<b>FigureV.1 :</b> Schéma d'adduction Barrage vers station de pompage .....	64
<b>Figure V.2:</b> Schéma d'adduction Barrage vers station de pompage .....	66
<b>FigureV.3 :</b> Schéma d'adduction Barrage vers station de pompage. ....	67
<b>FigureV.4 :</b> Schéma d'adduction Barrage vers station de pompage .....	67
<b>Figure V.5:</b> Représentation de la courbe de point de fonctionnement. ....	72
<b>Figure V.6 :</b> Les types de chaque borne d'irrigation.....	78
<b>Figure V.7 :</b> La simulation de réseau d'irrigation. ....	80

## **Chapitre VI :**

<b>FigureVI.1 :</b> Irrigation par ruissèlement .....	86
<b>Figure I.1 :</b> Irrigation par aspersion .....	88
<b>Figure I.3 :</b> Irrigation localisée (goutte à goutte) .....	89

## **Chapitre VII :**

<b>FigureVII.1 :</b> Les options pour l'installation des asperseurs sur la rampe .....	97
<b>FigureVII.2 :</b> Mécanismes de fixation des arroseurs sur la rampe. ....	97

## Liste des tableaux

### **Chapitre I :**

<b>Tableau I.1 :</b> Cordonnées de la station météorologique de BENI SLIMANE.....	8
<b>Tableau I.2 :</b> Températures moyennes mensuelles et saisonnières.....	8
<b>Tableau I.3 :</b> Vitesse moyenne du vent en m/s. ....	10
<b>Tableau I.4 :</b> Humidités Relatives moyennes mensuelles de la zone d'étude .....	11
<b>Tableau I.5 :</b> Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco .....	12
<b>Tableau I.6 :</b> nombre de jours de neige sur 20 années.....	13
<b>Tableau I.7 :</b> nombre de jours de Grêle sur 20 années.....	14
<b>Tableau I.8 :</b> Fréquence des gelées sur 20 années (1986 – 2006).....	14
<b>Tableau I.9 :</b> Pluies moyennes mensuelles à la station de Beni Slimane .....	15
<b>Tableau I.10 :</b> Evapotranspirations moyennes mensuelle.....	16
<b>Tableau I.11 :</b> Types de climat selon l'indice d'aridité .....	18

### **Chapitre II :**

<b>Tableau II.1 :</b> Analyse physico-chimique des sols .....	25
<b>Tableau II.2 :</b> Analyse physico-chimique des sols .....	27
<b>Tableau II.3 :</b> Analyse physico-chimique des sols .....	30
<b>Tableau II.4 :</b> propriétés hydrodynamiques des sols .....	32

### **Chapitre III :**

<b>Tableau III.1 :</b> Caractéristiques hydrologiques du bassin du barrage Mellah .....	36
<b>Tableau III.2 :</b> Caractéristiques techniques actuel du barrage.....	37
<b>Tableau III.3 :</b> Classe des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	38
<b>Tableau III.4 :</b> Paramètres hydro chimiques moyens mensuels .....	39
<b>Tableau III.5:</b> La valeur du SAR est calculée.....	40
<b>Tableau III.6:</b> Paramètres hydro chimiques à la station de Beni Slimane.....	40
<b>Tableau III.7 :</b> Evolution des paramètres hydro chimiques.....	40

<b>Tableau III.8</b> : Répartition mensuelle des précipitations (mm).....	42
<b>Tableau III.9</b> : Caractéristiques de la série pluviométrique.....	43
<b>Tableau III.10</b> : Test d'homogénéité de la série pluviométrique .....	44
<b>Tableau III.11</b> : Résultats de logiciel <b>HYFRAN</b> .....	46
<b>Tableau III.12</b> : Résultats de l'ajustement .....	46
<b>Tableau III.13</b> : Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche.....	47

## **Chapitre IV :**

<b>Tableau IV.1</b> : Estimation des coefficients culturaux ( $K_c$ ).....	52
<b>Tableau IV.2</b> : Assolement proposé pour le périmètre .....	54
<b>Tableau IV.3</b> : Surfaces occupées par les différentes cultures.....	55
<b>Tableau IV.4</b> : Cycle végétatif des cultures .....	55
<b>Tableau IV.5</b> : Calcul des besoins en eau pour le Blé dur .....	56
<b>Tableau IV.6</b> : Calcul des besoins en eau pour le Blé tendre .....	57
<b>Tableau IV.7</b> : Calcul des besoins en eau pour l'orge gain .....	58
<b>Tableau IV.8</b> : Calcul des besoins en eau pour l'orge vert.....	58
<b>Tableau IV.9</b> : Calcul des besoins en eau pour vesce avion.....	59
<b>Tableau IV.10</b> : Calcul des besoins en eau pour sorgho.....	59
<b>Tableau IV.11</b> : Calcul des besoins en eau pour la pomme de terre.....	60
<b>Tableau IV.12</b> : Calcul des besoins en eau pour la courgette .....	61
<b>Tableau IV.13</b> : Calcul des besoins en eau pour le petit pois .....	61
<b>Tableau IV.14</b> : Calcul des besoins en eau pour le pommier .....	62
<b>Tableau IV.15</b> : Calcul des besoins en eau pour l'abricote .....	63
<b>Tableau IV.16</b> : Calcul des besoins en eau pour l'Oliveraie .....	63
<b>Tableau IV.17</b> : Récapitulatif des besoins nets ( $m^3$ ) pour l'assolement 1 .....	64
<b>Tableau IV.18</b> : Récapitulatif des besoins nets ( $m^3$ ) pour l'assolement 2 .....	65
<b>Tableau IV.19</b> : Estimation des volumes d'eau d'irrigation.....	67

## **Chapitre V :**

<b>Tableau V.1 :</b> Calcul des pertes de charges et des vitesses .....	74
<b>Tableau V.2 :</b> Calcul de la Hauteur Manométrique Total.....	75
<b>Tableau V.3 :</b> le coût de chaque diamètre .....	75
<b>Tableau V.4 :</b> Valeurs du coefficient K .....	79
<b>Tableau V.5:</b> la déférente valeur de calcul.....	80
<b>Tableau V.6 :</b> Capacité de rétention des réservoirs.....	81
<b>Tableau V.7:</b> Choix du diamètre de la borne .....	83
<b>Tableau V.8 :</b> Les débits des ilots et les diamètres des bornes.....	84
<b>Tableau V.9 :</b> Les résultats de chaque nœud pour tous les secteurs.....	86
<b>Tableau V.10 :</b> Les résultats de chaque tuyau de secteur 01 .....	88

## **Chapitre VII :**

<b>Tableau VII.1 :</b> Résultats de calcul pratique du réseau d'irrigation par aspersion.....	100
<b>Tableau VII.2 :</b> Caractéristiques des rampes .....	107
<b>Tableau VII.3 :</b> Caractéristiques des portes rampes .....	108

## **Chapitre VIII :**

<b>Tableau VIII.1 :</b> Conduites d'adduction.....	113
<b>Tableau VIII.2 :</b> Estimation du coût de pose de canalisation de l'adduction .....	114
<b>Tableau VII.3 :</b> Coût de la conduite d'adduction .....	114
<b>Tableau VII.4:</b> Calcul des différents volumes .....	114
<b>Tableau VII.5:</b> Coût du système de distribution.....	115
<b>Tableau VII.6:</b> Coût de station de pompage .....	116
<b>Tableau VII.7:</b> Coût du réservoir.....	116
<b>Tableau VII.8 :</b> Coût des bornes d'irrigation.....	116
<b>Tableau VII.9 :</b> Montant total .....	117

## **Liste des annexes**

**Annexe 1 :** Caractéristiques Hydriques Des Sols.

**Annexe 2 :** Valeur minimale et maximale de Z pour diverses cultures.

**Annexe 3 :** Calendriers cultural.

**Annexe 4 :** Tableau 1  *$\chi^2$ theorique*.

**Annexe 5 :** Les caractéristiques des pompes.

**Annexes 6 :** Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30.

**Annexe 7 :** Le calcul simplifié des réservoirs d'air.

**Annexe 8 :** Les résultats de chaque tuyau de chaque secteur.

## **Liste des planches**

**Planche N°01 : Plan de situation du périmètre de Souagui w MEDEA**

**Planche N°02 : Plan D'Occupation du sol**

**Planche N°03 : Plan d'adduction et de distribution**

**Planche N°04 : Profil en long de la conduite de distribution**

**Planche N°05 : Plan du système d'irrigation**

## **Introduction Générale**

Notre nation a été confrontée à de longues périodes de sécheresse, principalement dans les zones semi-arides où les précipitations sont déjà limitées. Une grande partie des pluies se produit en hiver, tandis que leur occurrence durant les saisons estivales est presque nulle. Une fraction de ces précipitations hivernales est stockée dans les barrages et les réservoirs pour une utilisation ultérieure dans divers secteurs.

Une étude d'extension du périmètre d'irrigation de Souagui a été entreprise pour maximiser l'utilisation de l'eau du barrage Safi de Beni Slimane, initialement destinée à irriguer une superficie de 885 hectares. Pour optimiser l'exploitation de cette ressource provenant du barrage, une analyse approfondie de toutes les données collectées concernant la zone d'étude (aspects hydrologiques, climatiques, hydrogéologiques, pédologiques, agricoles, etc.) est nécessaire.

Dans ce contexte, notre contribution se matérialise à travers une étude visant l'extension du périmètre d'irrigation de "Souagui" alimenté par le barrage de "Beni Sliman". Les différents volets de notre étude sont divisés en deux parties distinctes :

La première partie englobe :

- L'analyse des conditions naturelles et une analyse hydrologique essentielle ;
- L'évaluation des potentialités du sol par la détermination de ses caractéristiques physico-chimiques, de son aptitude et l'évaluation de la qualité des eaux ;
- La détermination des besoins en eau des cultures, incluant le débit spécifique et la quantité d'eau requise pour l'irrigation.

La deuxième partie se concentre sur l'étude technique où nous :

- Dimensionnons les bornes, les réseaux d'adduction et de distribution ;
- Concevons un réseau d'irrigation efficace pour améliorer le rendement des cultures ;
- Finalisons le travail en évaluant technico-économiquement le coût total du projet d'irrigation.

Chapitre I :  
Analyse des conditions  
naturelle

## Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

### I. Introduction :

Avant de réaliser toute étude d'irrigation, il est nécessaire de procéder à une analyse des conditions climatiques afin d'évaluer les besoins en eau et dimensionner le réseau hydraulique.

L'étude des conditions géographiques et géologiques est également importante pour déterminer leur impact sur les structures.

Ce chapitre vise à étudier les différentes conditions géographiques, géologiques et climatiques de notre zone d'étude afin de déterminer la sélection de cultures agricoles appropriées.

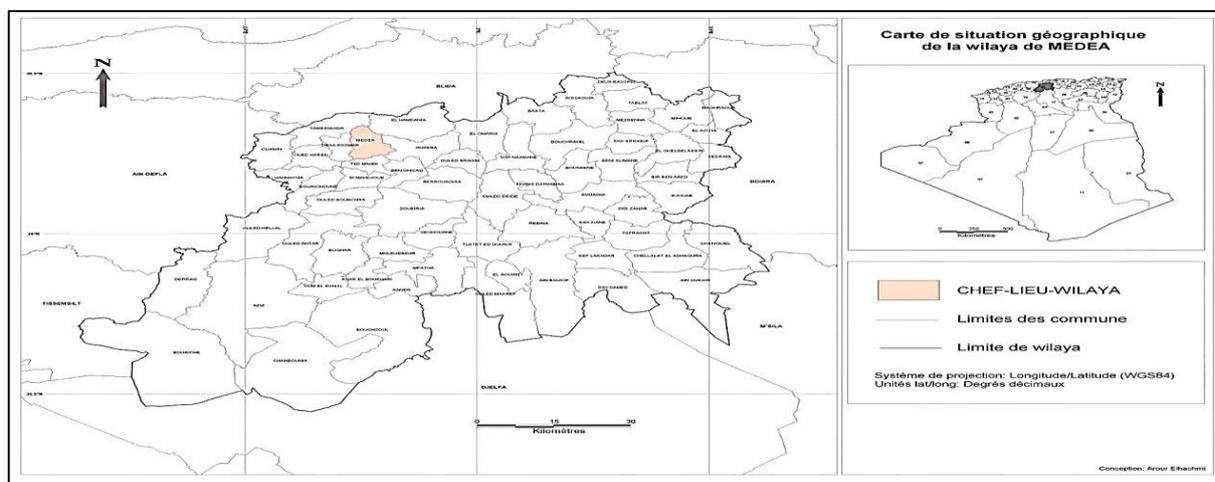
### I.1. Présentation générale de la zone d'étude :

#### I.1.1. Situation Géographique De La Wilaya De Médéa :

La wilaya de Médéa, localisée dans le nord de l'Algérie, se trouve entre les régions du Tell et des Hauts Plateaux. Historiquement, elle était connue sous le nom de Titteri durant l'administration ottomane. Son chef lieu est reperé par la longitude  $2^{\circ} 45'15''$  Est et la latitude  $36^{\circ} 15' 51''$ , couvrant une superficie totale de 8866 km<sup>2</sup>. Ses frontières sont définies comme suit :

- Au nord, elle est limitrophe de la wilaya de Blida.
- À l'est, elle est bordée par les wilayas de Msila et Bouira.
- Au sud, elle est adjacente à la wilaya de Djelfa.
- À l'ouest, ses frontières sont délimitées par les wilayas d'Ain Defla et Tissemsilt.

Sur le plan administratif, elle est divisée en 19 daïra, comprenant au total 64 communes.



**Figure I.1:** Situation Géographique De La Wilaya De Médéa

### I.1.2. Situation Géographique de la commune de Souagui :

La ville de Souagui se trouve dans la wilaya de Médéa, elle est le chef-lieu de Daïra, elle est située à environ 60Km au sud de la wilaya.

La ville de Souagui est délimitée par :

- \*Commune de Khems Djouamaa, Bouskene et Beni Slimane au Nord.
- \*Commune d'Ouled Deid et Rebaia à l'Ouest.
- \*Commune de Bir Ben Abed et Djouab à l'Est.
- \*Commune de Sidi Zahar et Sidi Ziane au Sud.



**FigureI.2 :** Localisation de secteur d'étude par rapport à la carte administrative (W- Médéa)

### I.1.3. Présentation du périmètre d'étude :

Le périmètre agricole projeté est situé dans la ville de Souagui, au l'Est du barrage de Safi Beni Slimane.

Pour notre étude, ce secteur a une superficie de 252.65 ha, il contient les exploitations agricoles individuelles (Héritière SIDOUNE) et collectifs, On exclut bien sûr les maquis, cimetière et les constructions dans le secteur.

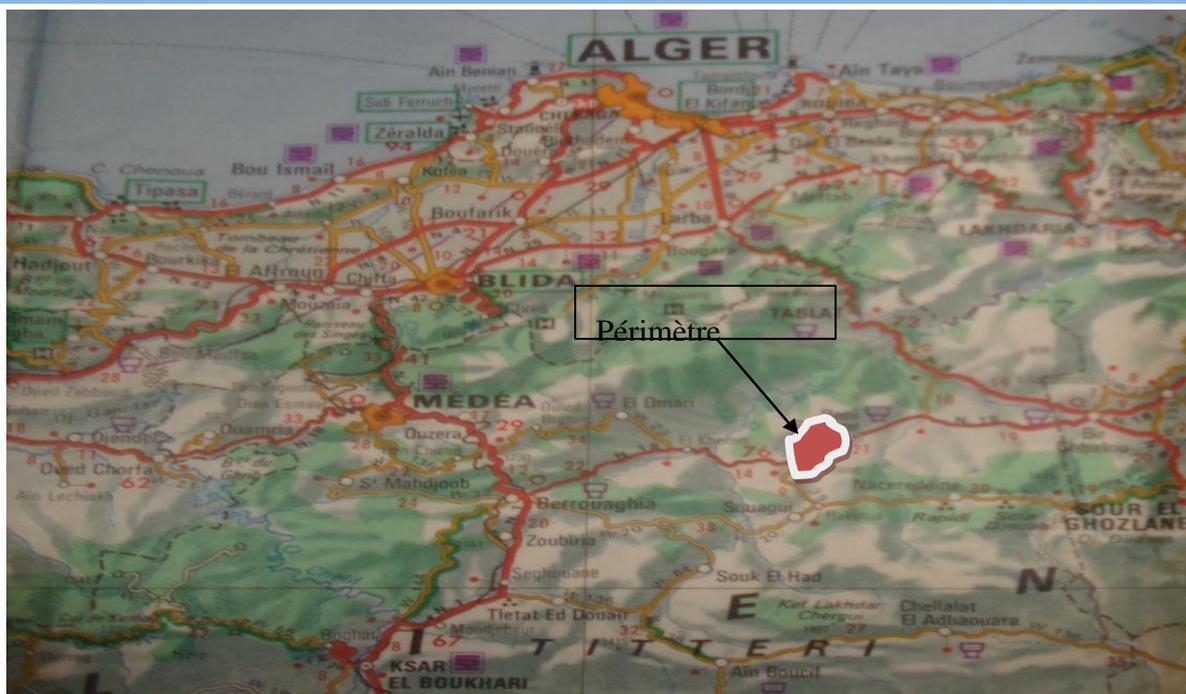


Figure I.3 : Situation géographique du périmètre étudié

## I.2. Caractéristiques topographiques de la zone

### I.2.1. Géomorphologie et Relief

La géomorphologie du périmètre étudié est constituée du quaternaire ancien moyen et récent, avec formation de glacis, de cône d'épandages et de terrasses :

- a) **Cône de déjection** : Cette unité est constituée de gros galets de 10 à 50 cm, les sols peu profonds sont de texture Argilo Limoneuse, la matrice est calcaire marneux et de croûte démantelée.
- b) **glacis d'épandage** : Formé par l'épandage des eaux de ruissellement, les sols sont très peu profonds reposant sur une croûte démantelée qui s'accumule vers l'aval ;
- c) **Quaternaire moyen** : Formé par le glacis d'épandage, les sols sont de texture fine et sableuse en surface avec de petits cailloux par endroit, croûte friable recouverte par des sols de 15 cm.
- d) **Quaternaire récent** : les sols sont profonds avec présence de croûte calcaire et galets répartis en surface et en profondeur.

Les sols sont de texture argilo limoneuse, faible encroûtement en profondeur avec de rares cailloutis.

Les sols de glacis d'épandage formés par le quaternaire récent sont très fins, limoneux, déposés par le ruissellement diffus.

Les sols qui longent les oueds sont de couleur brun foncé avec des caractères vertiques.

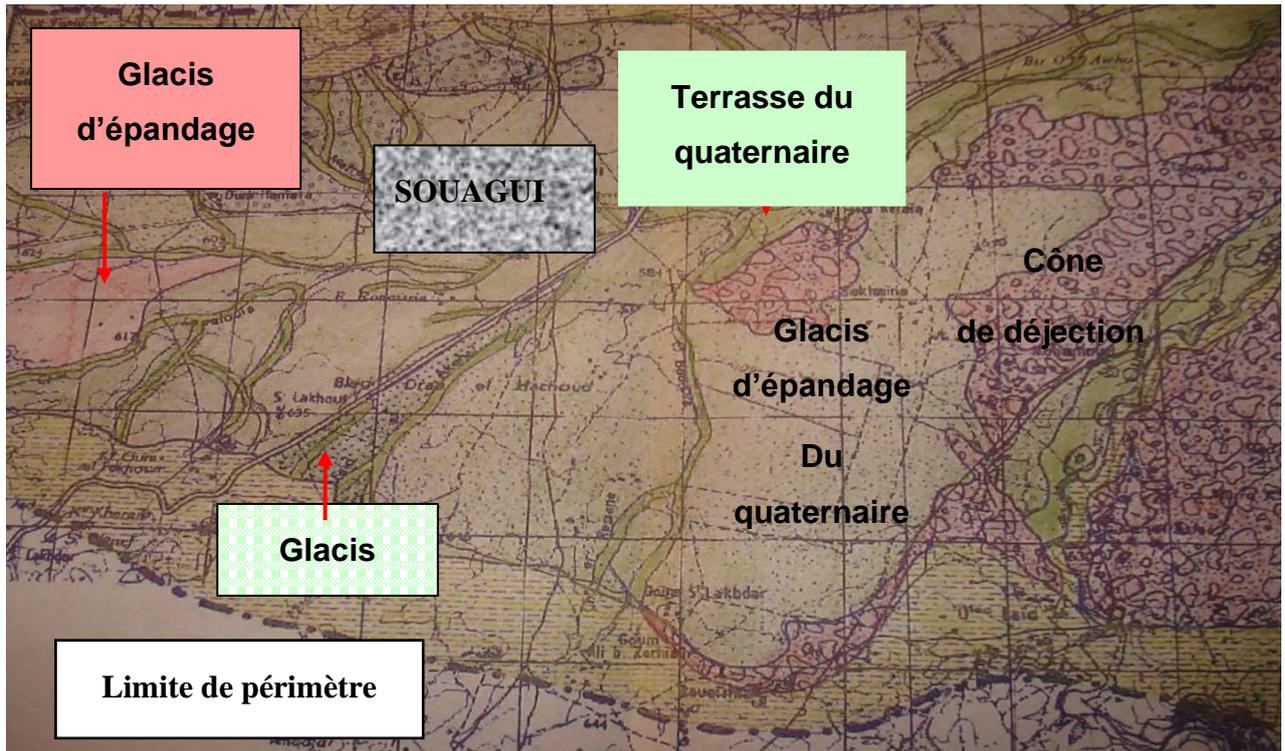


Figure I.4: Extrait de la carte géomorphologique du 1/50.000<sup>ème</sup> De la plaine. ANRH 1974

I.2.2. Hydrogéologique :

L'aquifère alluvial n'est alimenté que par son impluvium direct. Les oueds qui traversent la plaine entaillent les alluvions et une partie du substratum barrémo-aptien. En pratique seul le substratum crétacé est exploitable par forages mais les débits unitaires de ces forages sont faibles.

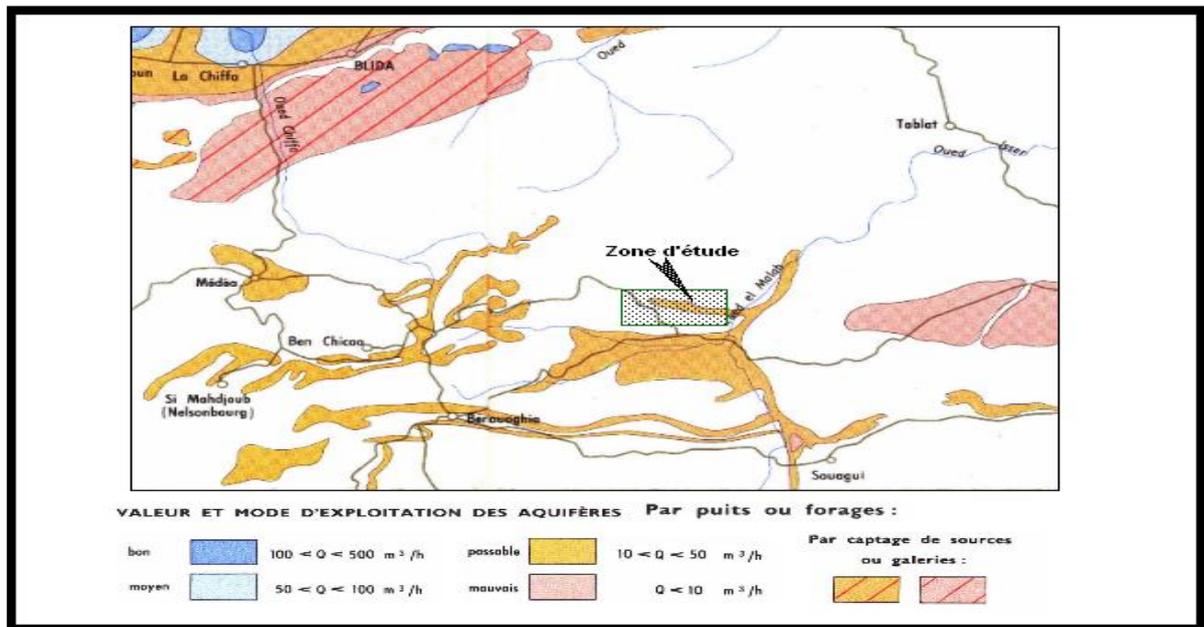


Figure I.5 : Extrait de la carte des ressources en eau souterraines du centre de l'Algérie

### I.2.3. Réseau Hydrographique :

Le périmètre de Souagui est limité au Sud-Est par l'oued Mellah. Au Nord, l'Oued Benloulou, qui est un affluent de l'oued Mellah, longe le périmètre d'Est en Ouest. Au sud de Beni Slimane les affluents ; oued Lekehal et oued Bou Draa traversent le périmètre.

### I.3. Etude climatologique :

Les données météorologiques et climatologiques sont très importantes dans la planification et la gestion des activités de l'homme dont l'une des principales est l'agriculture.

L'agro météorologie, née de cet impératif utilise des informations provenant des observations simultanées du milieu physique et des phénomènes agricoles.

Elle permet de délimiter une région en différentes zones agro- pédoclimatiques spécifiques à telle ou telle spéculation agricole.

#### I.3.1. Choix de la station de référence :

La zone d'étude se situe dans le sous-bassin N°03. Les stations pluviométriques les plus proches de la zone d'étude sont les stations de Beni Slimane et de Souagui.

Pour l'estimation de la pluie moyenne annuelle dans la région d'étude on va utiliser les données pluviométriques enregistrées au niveau de la station de Beni Slimane, en effet, la station de Souagui se situe à l'amont du bassin de l'oued Mellah par rapport à celle de Beni Slimane et par conséquent plus en altitude (810 m) donc une pluviométrie plus importante.

Les caractéristiques deux station métrologique est donné comme suite :

**Tableau I.1** : Cordonnées de la station météorologique de Beni Slimane.

Nom de la station	Code	Cordonnées	Altitude
Beni Slimane	090302	X=557,200 Y=322,650	Z = 600 m
Souagui	090104	X=548,990 Y=312,400	Z=810 m

Source : ANRH

### I.3.2. Température de l'air :

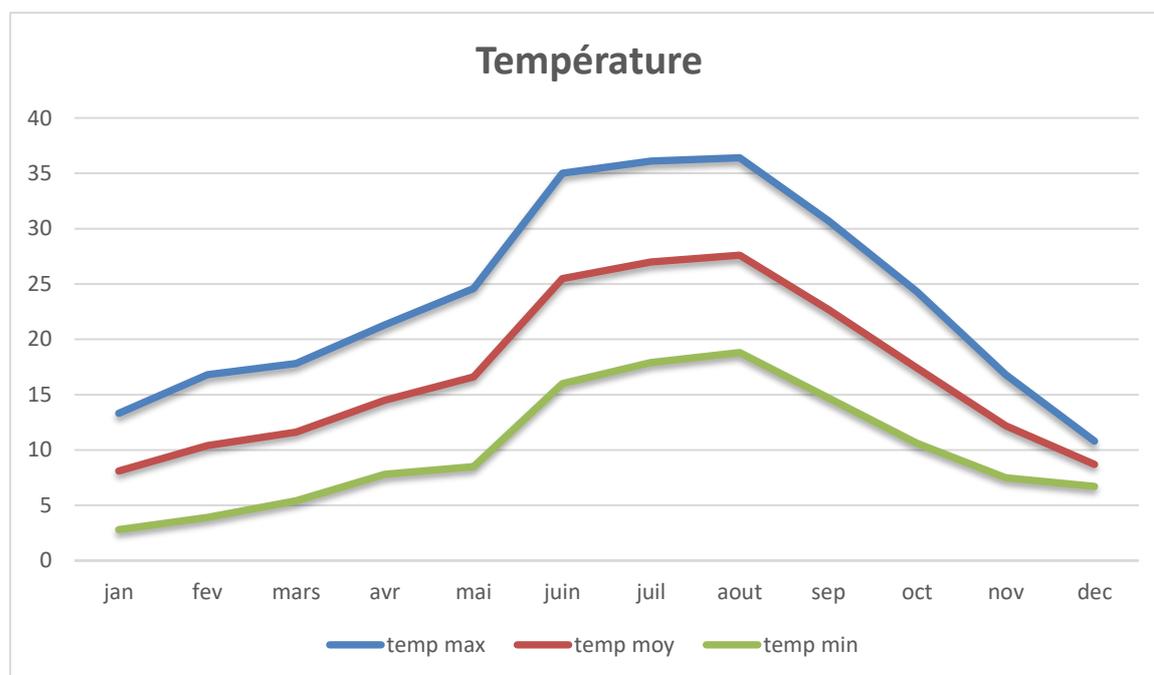
La température est un facteur fondamental du climat. Cela affecte la quantité d'eau dont les cultures ont besoin. En fait, la température affecte le processus d'évaporation.

Les températures moyennes mensuelles pour les trois périodes sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau I.2 :** Températures moyennes mensuelles et saisonnières 03 années 2018-2021

Mois	Sept	oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
<b>T min</b>	14,7	10,6	7,5	6,7	2,8	3,9	5,4	7,8	8,5	16,0	17,9	18,8
<b>T max</b>	30,7	24,3	16,8	10,8	13,3	16,8	17,8	21,3	24,6	35,0	36,1	36,4
<b>T moye</b>	22,7	17,4	12,2	8,7	8,1	10,4	11,6	14,5	16,6	25,5	27,0	27,6

Source : Station ITGC Beni Slimane



**Figure I.7 :** Températures moyennes mensuelles et saisonnières

Avec :

T min : moyenne de toute la température minimum observée pour chaque mois.

T moy : moyenne mensuelle.

Tmax : moyenne de toute la température maximum observée pour chaque mois.

### Interprétation :

\* Le tableau montre que les températures de la région varient entre 2,8°C au mois Janvier qui est le mois le plus froid et 7,5 °C au mois de Novembre.

\* La température moyenne des maximales mensuels dépasse 30°C durant les mois de Juin-Juillet et Août qui sont les plus chauds, durant cette période les besoins en eau des cultures sont élevés et nécessitent l'irrigation.

\* La moyenne des minimales et des Maximales est de 8,1 °C en Janvier et 27,6 au mois d'Aout.

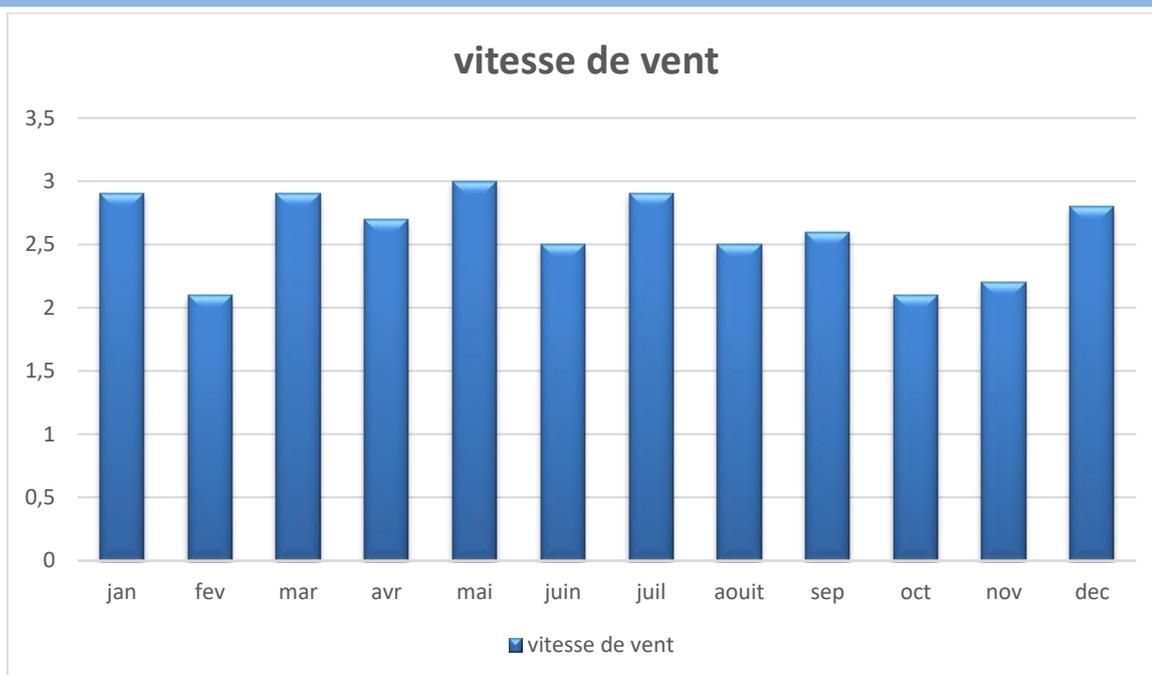
### I.3.3. Le vent

Dans les projets d'irrigation, il convient de connaître la répartition mensuelle des vents, leur vitesse et leur fréquence sans négliger leur direction. Les vents représentent un facteur déterminant dans certains systèmes d'irrigation tels que l'aspersion.

**TableauI.3 :** Vitesse moyenne du vent en m/s.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
La vitesse de vent m/s	2.9	2.1	2.9	2.7	3.0	2.5	2.9	2.5	2.6	2.1	2.2	2.8

**Source :** Subdivision Agricole de Beni Slimane



**Figure I. 8 :** Vitesse moyenne du vent

### **Interprétation :**

La vitesse moyenne annuelle des vents varie de 2,6 à 2,9 m /s et atteint les vents dominants en période hivernale ont une direction dominante Ouest. En période estivale (Juillet et Août) et en Septembre, les vents sont de direction Nord-Ouest.

### **I.3.4. Humidité relative :**

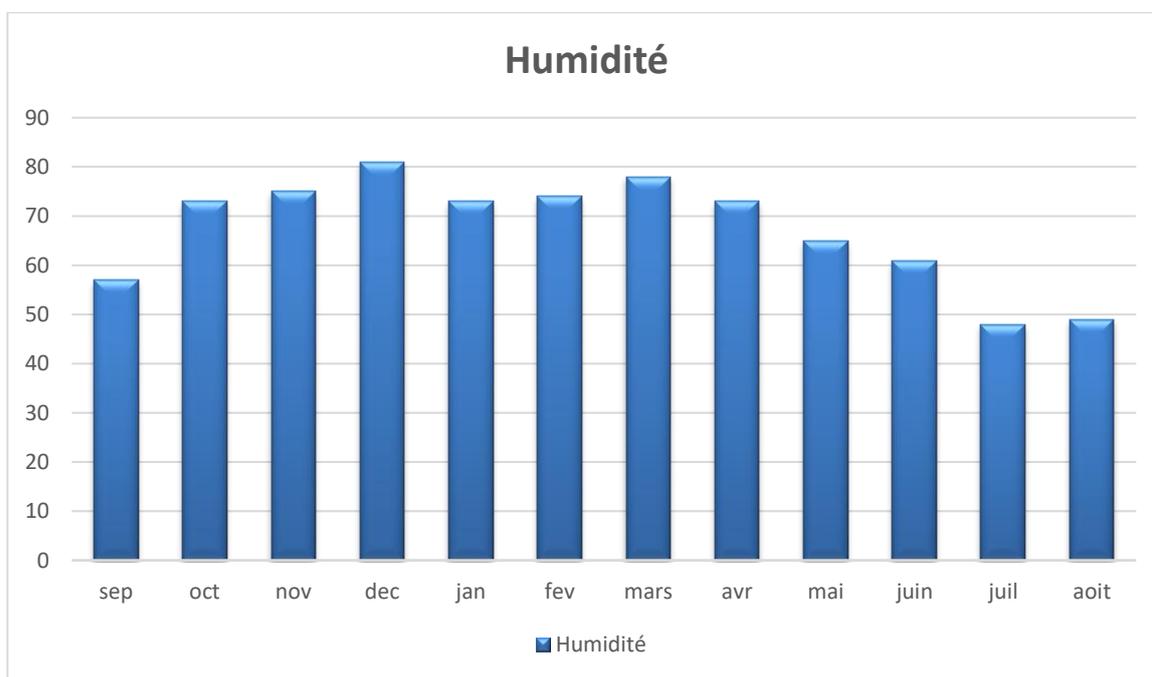
C'est un élément important du cycle hydrologique qui contrôle l'évaporation du sol et La couverture Végétale, qui représente la quantité réelle de vapeur d'eau dans l'air.

L'humidité de l'air est donnée par le tableau suivant :

**Tableau I.4** : Humidités Relatives moyennes mensuelles de la zone d'étude.

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>Humidité %</b>	73	74	78	73	65	61	48	49	57	73	75	81

Source : Subdivision Agricole de Beni Slimane



**Figure I.9** : Humidités Relatives moyennes Source Subdivision Agricole de Beni Slimane

### Interprétation :

D'après le tableau N° I.4 l'humidité relative annuelle moyenne est de 67.25 %. Le mois le plus sec de l'année est Juillet avec l'humidité relative moyenne de l'air de 48%, et le mois le plus humide est Décembre avec l'humidité relative moyenne de l'air de 81%.

### I.3.5. Le sirocco :

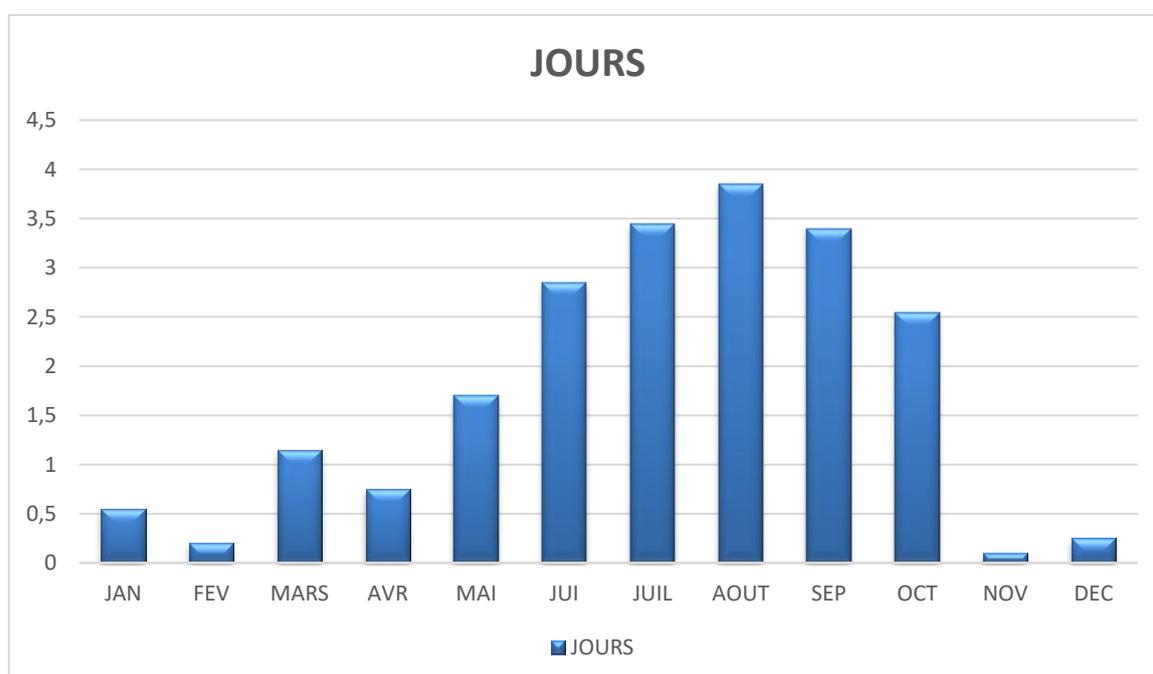
En raison des propriétés que peut avoir le vent sec et chaud sur le pouvoir évaporant de l'air il est bon de signaler sa présence.

Le sirocco est donné par le tableau suivant :

**Tableau I.5** : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco.

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
<b>Nombre moyen</b>	3,40	2,55	0,10	0,25	0,55	0,20	1,15	0,75	1,70	2,85	3,45	3,85

**Source** : Subdivision Agricole de Beni Slimane

**Figure I.10** : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco**Interprétation :**

Le nombre de jours de sirocco est en moyenne de 20.8 jours, il débute du mois de Mai et jusqu'au mois d'Octobre. La période de pointe est observée en Aout avec 3.85 jours.

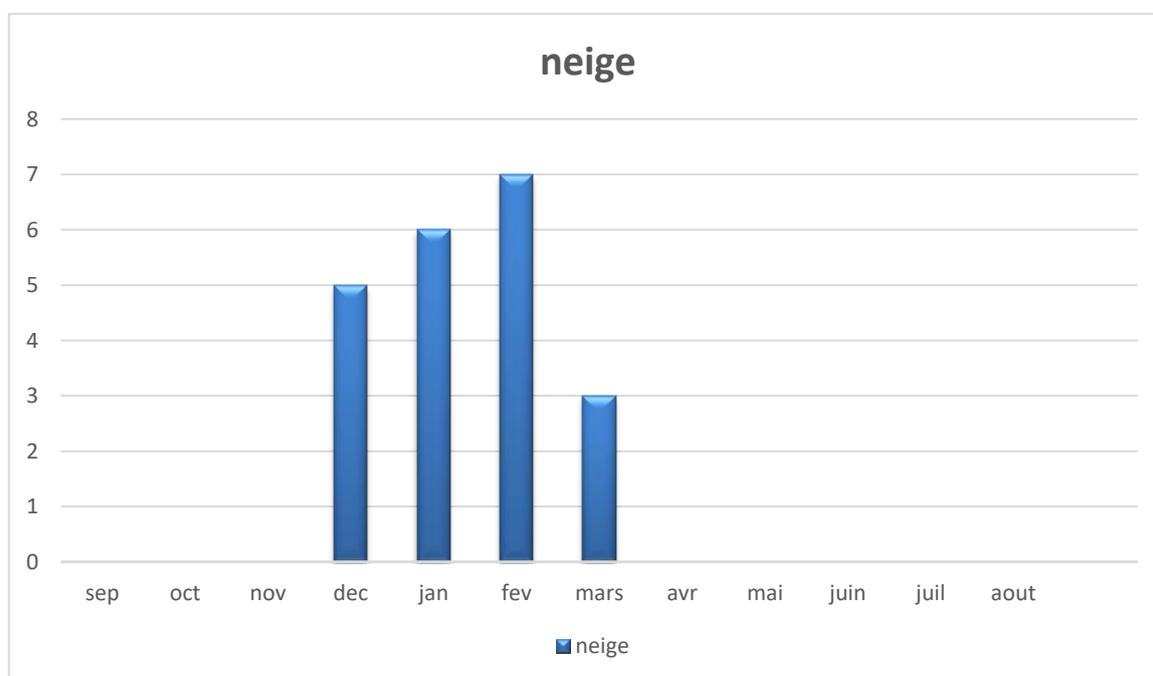
**I.3.6. La neige :**

Les observations du nombre de jours de neige sont montrées dans le tableau suivant :

**Tableau I.6 :** nombre de jours de neige sur 20 années.

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Nombre de jours de Neige	6	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	21

Source : ONM



**Figure I.11:** Nombre de jours de neige

**Interprétation :**

La période des chutes de neige est entre les mois de décembre et mars (période hivernale).  
Le nombre de jours de neige est très faible sur 20 ans.

**I.3.7. La Grêle :**

Les observations du nombre de jours de grêle sont montrées dans le tableau suivant :

**TableauI.7** : nombre de jours de Grêle sur 20 années.

Mois	Jan.	Fév.	Ma	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Nbre de jours de Grêle	1	2	2	2	1	1	0	0	9	1	0	2	21

Source : ONM

**Interprétation :**

L'enregistrement montre que la grêle est très rare dans cette zone, et que la fréquence atteint son maximum au mois de Septembre.

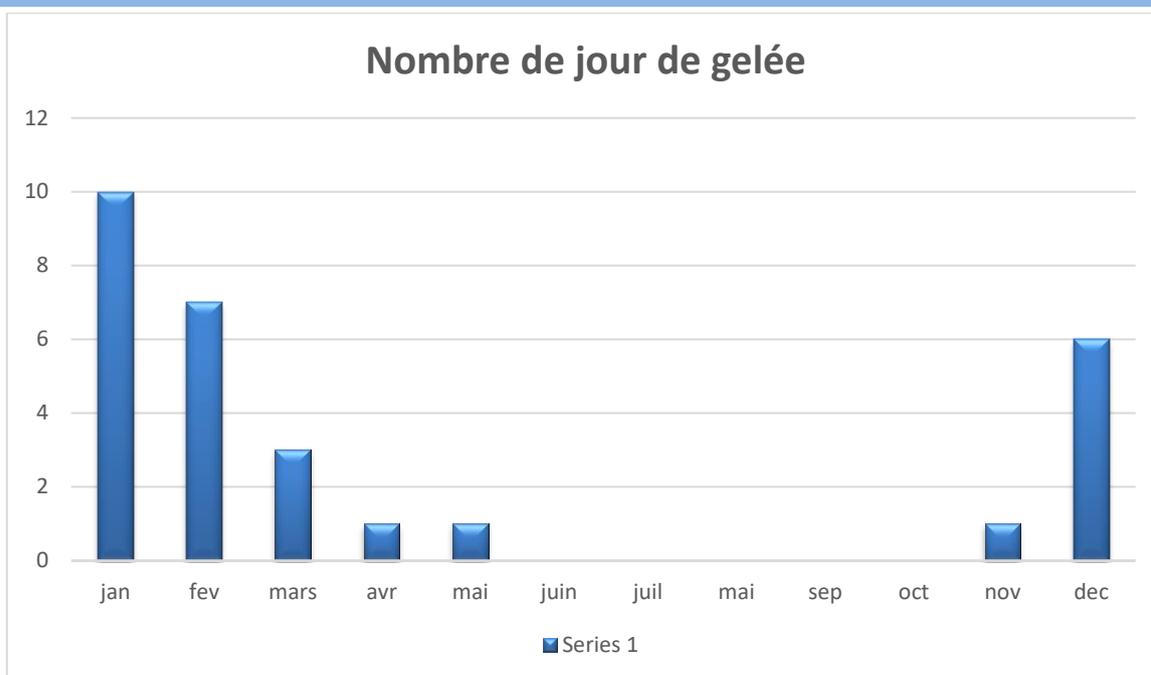
**I.3.8. La gelée :**

Le tableau suivant montre le nombre de jours de gelées observées à la station climatique

**TableauI.8** : Fréquence des gelées sur 20 années (1986 – 2006).

Mois	Jan.	Fév.	Ma	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Nbre de jours (20 ans)	207	140	51	15	11	1	0	0	0	4	28	116	573
%	36,13	24,43	8,90	2,62	1,92	0,17	0	0	0	0,70	4,89	20,24	100
Jours	10	7	3	1	1	0	0	0	0	0	1	6	29

Source : ONM



**Figure I.12:** Nombre de jours de la gelée à Station de Médéa

**Interprétation :**

On remarque que la plupart des jours de gelée sont pendant les mois décembre, janvier et février. Le nombre moyen des jours de gelée pendant l’année est de 29 jours.

**I.3.9. Les précipitations :**

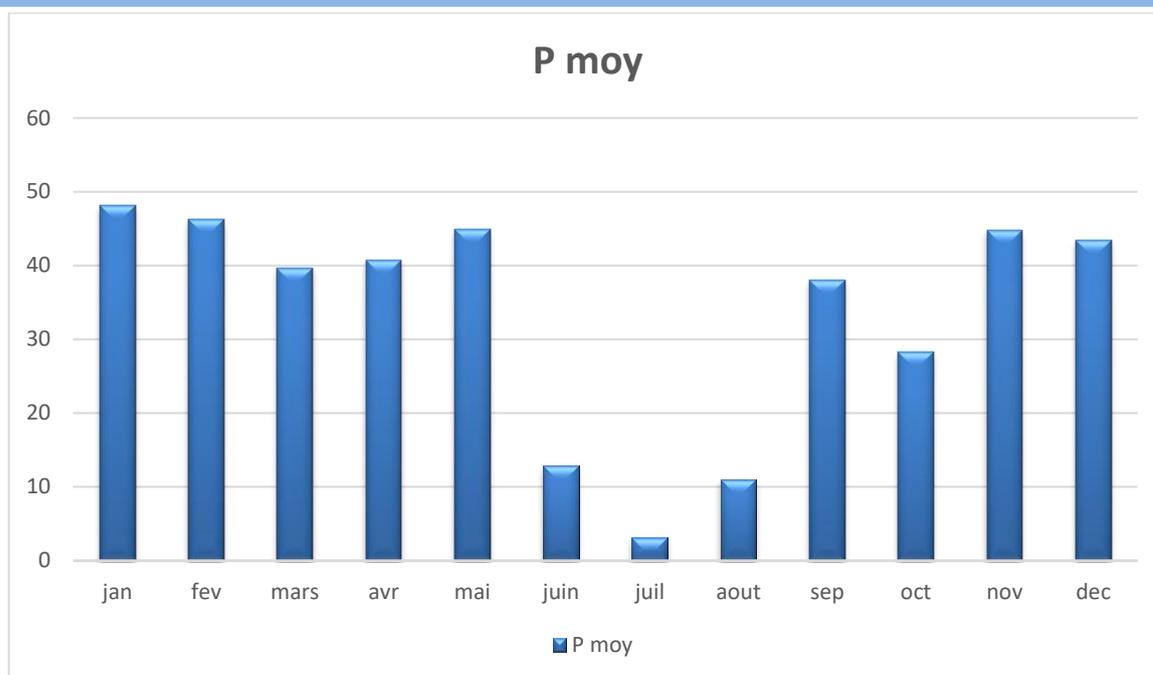
Les données collectées proviennent de la station météorologique de la commune de Beni Slimane. Les relevés pluviométriques observés sur lesquels se base notre étude ont couvert la période allant de 1990 à 2019.

Les précipitations est donnée par le tableau suivant :

**Tableau I.9 :** Pluies moyennes mensuelles à la station de Beni Slimane.

Mois	Sept	oct	nov	déc	jan	fév	mar	avr	mai	jun	juil	aout	P moy annuel
Pmoy (mm)	30	28.3	44.8	43.5	48.1	46.3	39.7	40.7	44.9	12.9	3.1	11	398.78

Source : ANRH BLIDA



**Figure I.13 :** Précipitations moyennes mensuelles (1990-2019)

### Interprétation :

Les précipitations annuelles varient de 200 mm à 550 mm avec une moyenne de 402,9 mm, ce qui indique que les précipitations sont faibles, cela présente une contrainte pour l'agriculture dans cette région. Les précipitations sont bien réparties sur les mois de l'année sauf la période estivale où les précipitations sont presque nulles.

### I.3.10. Évaporation :

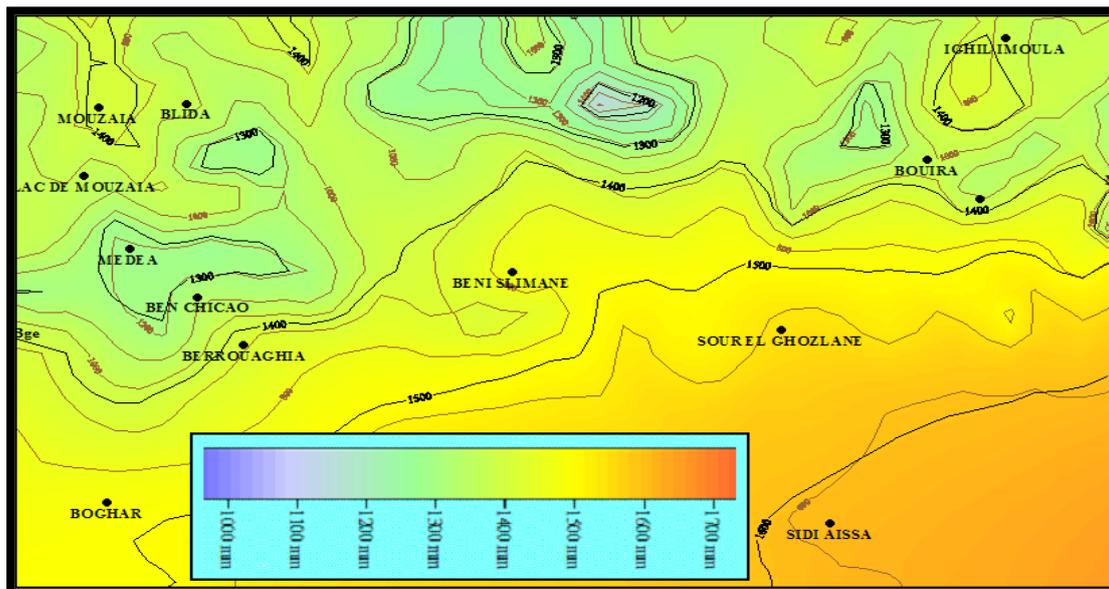
C'est la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur à partir d'une surface de couverture végétale, exprimé en m<sup>3</sup>/ha/jour, ou en mm/j

Les variations de l'évaporation sont représentées par le tableau suivant :

**Tableau I.10 :** Evapotranspirations moyennes mensuelle.

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
<b>ETP mm</b>	145,7	95,8	52,7	36,1	39,9	52,5	90,5	123,2	169,1	209,3	235,9	216,6

**Source :** ANRH



**Figure I.14 :** Extrait de la carte des évapotranspirations du Nord de l'Algérie.

### Interprétation :

L'Évapotranspiration est assez élevée de mai à septembre (période estivale). Elle atteint son maximum en juillet et son minimum en décembre.

La carte des évapotranspirations annuelles du nord de l'Algérie réalisée par l'ANRH montre que l'ETP annuelle dans la région de Beni Slimane varie entre 1400 et 1500 mm.

## I.4. Calcul des indices agro-météorologiques :

Les indices climatiques nous aident à déterminer le type de la zone climatique, les indices les plus utilisés sont l'indice de De MARTONE (1926) et EMBERGER (1932).

### I.4.1. Indice d'aridité De MARTONE :

Indice De MARTONE a établi un rapport entre les précipitations et la température pour obtenir un indice en appliquant cette formule :

$$I = P / (T + 10) \dots\dots\dots (I.1)$$

Avec :

**I** : indice d'aridité.

**P** : pluviométrie annuelle en (mm)

**T** : température moyenne annuelle de l'air en °C.

Donc :

$$I=398.72 / (16,79+10)$$

$$I=14$$

Le tableau suivant donne les limites des zones climatiques selon l'indice de MARTONE :

**Tableau I.11** : Types de climat selon l'indice d'aridité.

Valeur de l'indice d'aridité	Type de climat	IRRIGATION
$I < 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I < 10$	Très Sec	Indispensable
$10 < I < 20$	Sec	Souvent Indispensable
$20 < I < 30$	Relativement Humide	Parfois Utile
$I > 30$	Humide	Inutile

#### Interprétation :

D'après l'indice de De MARTONE, on peut dire que la zone d'étude est Sec. Donc l'irrigation est Souvent Indispensable.

#### I.4.2. Quotient ombrothermique d'Emberger :

Indice climatique d'EMBERGER aussi appelé quotient pluviométrique, utilisé pour définir les cinq types de climat méditerranéen, depuis le plus aride jusqu'à celui de haute montagne.

Il s'exprime comme suit :

$$Q = \frac{1000 \cdot P}{(M + m)(M - m)/2} = \frac{2 \cdot 1000 \cdot P}{M^2 - m^2} \dots\dots (I.2)$$

Avec :

Q : Quotient pluviométrique d'EMBERGER.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

M : la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud (Kelvin).

m : la moyenne des températures minima du mois le plus froid (Kelvin).

Pour :

$$p = 398.72 \text{ mm}$$

$$M = 36,4^\circ\text{C}$$

$$m = 3,4^\circ\text{C}$$

On a :

$$M = 36,4 + 273 = 309,4^\circ\text{K}$$

$$m = 3,4 + 273 = 276,4^\circ\text{K}$$

On obtient :

$$Q = 41,39 \text{ mm}$$

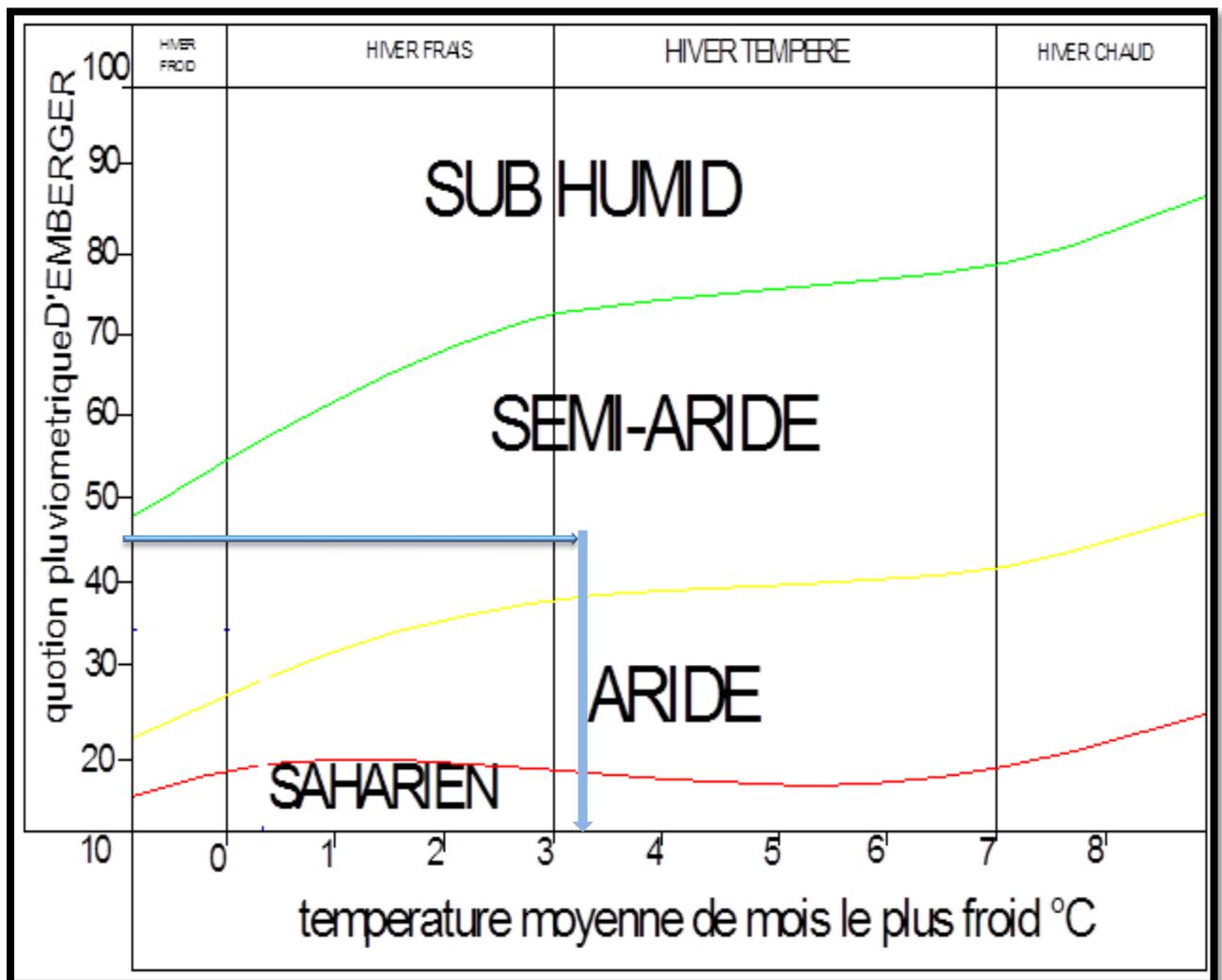


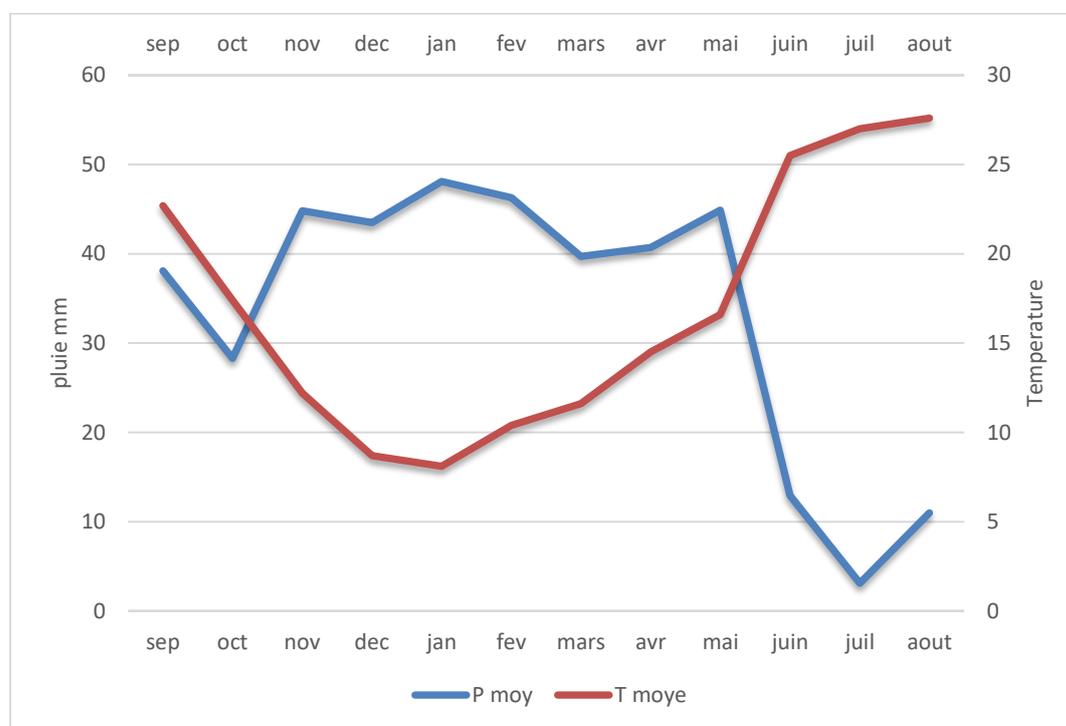
Figure I.15 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.

**Interprétation :**

Le climat de la zone des plaines de Beni Slimane, d'après le diagramme d'EMBERGER est semi-aride à hiver chaud.

**I.4.3. Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gausсен :**

Selon les recherches de Bagnouls et Gausсен (1953), une période de sécheresse survient lorsque les courbes représentant la température et les précipitations divergent. En combinant ces deux éléments climatiques, ils ont élaboré des courbes Pluvio-thermiques permettant d'identifier les saisons sèches et humides pour les périodes étudiées.



**Figure I.16 :** Diagramme ombrothermique de Gausсен.

**Interprétation :**

Ce diagramme donne un meilleur aperçu entre la saison humide et froide qui pratiquement concerne les mois allant de novembre à avril et la saison sèche qui va de mai à octobre. Cette répartition des pluies et des températures dans le temps indique la nécessité d'irriguer les cultures durant la période allant du mois d'avril au mois d'octobre.

**I.5. Conclusion :**

Le périmètre étudié jouit d'un climat de type méditerranéen semi-aride, caractérisé par un hiver frais, tempéré et un été sec, chaud, période où le déficit en eau se fait le plus sentir.

La pluviométrie de la région avec une moyenne relevée sur 20 ans est de 383,9mm/an, sa répartition durant l'année est irrégulière ou plus de la moitié des précipitations annuelles tombent durant le mois de Décembre au mois de Septembre, en été les précipitations sont presque nulles et le recours à l'irrigation des terres s'impose.

**Chapitre II :**  
**Analyse des ressources**  
**en sol**

## **Chapitre II : Analyse des ressources en sol**

### **II. Introduction :**

La pédologie est la science qui étudie les sols, c'est une branche de la géologie appliquée. Le pédologue est le spécialiste de l'étude des sols. L'analyse des ressources en sol a pour but d'identifier et de dégager les meilleures Potentialités en terres irrigables de la région.

#### **II.1. Ressources en sol :**

L'analyse des ressources en sol a pour but d'identifier et de dégager les meilleures Potentialités en terres irrigables de la région.

#### **II.2. But de l'étude pédagogique :**

L'étude pédologique est l'une des sources essentielles pour prendre en compte la nature et la distribution des caractéristiques et des contraintes relevant des sols Pour l'irrigation.

Plusieurs caractéristiques doivent être prises en considérations. On peut citer notamment :

- \* La profondeur du sol qui commande l'épaisseur des couches accessibles aux racines et par suite la réserve en eau disponible.
- \* La texture et granulométrie de la terre fine et la charge caillouteuse qui jouent sur les possibilités de rétention en eau.
- \* La structure et la porosité des horizons qui commandent la perméabilité du milieu et globalement là plus ou moins grande facilité de conduite des arrosages.
- \* Les caractéristiques chimiques (PH, SAR, CE.....) qui influent sur l'éventail des possibilités culturales de la zone à irriguer.

##### **II.2.1. Description et classification des sols du périmètre :**

La prospection pédologique qui permet la classification des sols s'est basée sur la classification française (CPCS, France 1967).

L'étude des caractères morphologiques des sols et l'analyse physico-chimique des échantillons du sol du périmètre SOUAGUI qui a une superficie totale 885ha.

Et notre secteur qui a une superficie 252.65 ha, La prospection pédologique confrontée aux résultats analytiques des sols a permis de mettre en Evidence03 classes de sols réparties comme suit :

- Classe des sols à sesquioxyde de fer (prennent la majorité du sol dans la zone).
- Classe des sols peu évolué.

-Classe des sols calcimagnésiques.

Cette classification comprend deux unités :

Unités majeures : Classe - Sous classe - Groupe – Sous-groupe.

Unités mineures : Famille- Série- Type.

### **II.2.2. Description du profil type :**

#### **a) Profil N° 1**

##### **Caractéristique morphologique :**

###### **Classification :**

- Classe** : Sols à Sesquioxydes de fer.
- Sous classe** : Sols rouges formés sous un climat de type méditerranéen
- Groupe** : sols rouges non lessivés.
- Sous-groupe** : Modaux avec ou sans horizon calciques.
- Série** : profond
- Famille** : sur calcaire.

###### **Données générales :**

- Géomorphologie** : Plaine.
- Occupation actuelle** : labour
- Aspect de surface** : environ 10% de cailloux calcaires
- Pente** : 0 – 3 %.
- Coordonnées** : E = 003° 15' 22,5''      N = 36° 13' 58,7'' Altitude : 635 m

#### **b) Description des horizons :**

Les Horizons sont définis selon les profondeurs :

**[0 – 40 cm]** : Cet horizon est caractérisé par :

Sec, Couleur 2,5YR4/3, texture limono argileuse, structure polyédrique fine, présence d'environ 2% de cailloux, nombreuses racines fines, bonne activité biologique, matière organique non directement décelable, poreux, friable, effervescence nulle à Hcl, transition diffuse.

**[40 – 80 cm]** : Cet horizon est caractérisé par :

Sec, Couleur 2,5YR4/4, texture limono argileuse, structure polyédrique moyenne, pas de charge, pas de racines, activité biologique nulle, matière organique non directement décelable, porosité moyenne, peu compact, effervescence nulle à Hcl, transition nette.

[80 – 135 cm] : Cet horizon est caractérisé par :

Sec, Couleur 2,5YR4/6, texture argileuse, structure polyédrique moyenne, présence d'environ 1% de cailloux, pas de racines, activité biologique nulle, matière organique non directement décelable, porosité moyenne, compact, effervescence nulle à Hcl, transition très nette.

[135 cm] : calcaire

### c) Analyse physico-chimique des sols :

L'analyse physico-chimique faite au laboratoire nous a permis de mieux apprécier les propriétés en particulier texturales et hydrodynamiques de notre sol. Les analyses physico-chimiques des sols sont résumées dans le tableau :

**Tableau II.1** : Analyse physico-chimique des sols.

Horizons		H1	H2	H3
Profondeur de prélèvement des échantillons (cm)		0-40	40-80	80-135
<b>Granulométrie</b>	Argile %	35	38	41
	Limon %	38	37	36
	Sable %	27	25	23
	Total	100	100	100
<b>Matière organique</b>	Matière organique %	1.5	0.2	0.1
	Carbone C ‰	8.6	1.2	0.4
	Azote N ‰	0.8	0.3	1.3
	C/N	10.3	4.7	0.3
	Salinité(g/l)	0.4	0.4	0.4
	SDT (mg/l)	271	256	251
<b>Réserve minérales</b>	CaCO <sub>3</sub> TOTAL %	1	1	5
	CaCO <sub>3</sub> ACTIF %	Traces	Traces	2.4

	K <sub>2</sub> O en (mg/kg sol)	11.2	1.4	1
	P total (mg P/kg sol)	3.2	1.5	0.1
	P205 Assimilable (ppm)	51	23	13
<b>Solution du sol</b>	PH Eau (1/5)	7.29	7.33	7.27
	C.E (1/5 en ms)	0.45	0.42	0.41

Source : ONID

**d) Interprétations des résultats :**

Ces sols profonds à peu profonds par endroits présentent des propriétés très favorables à leur utilisation et des propriétés défavorables qui nécessitent des corrections.

Les propriétés très favorables s'articulent autour de :

- Une profondeur adéquate très favorable à une très large gamme de cultures
- Une texture équilibrée en surface à légèrement dominée par la fraction limono argileuse en profondeur avec une bonne structure et une bonne porosité des agrégats
- Une bonne teneur en matière organique dans les deux premiers horizons
- Absence du risque de salinité avec des Ph Variant entre 7,76 et 7,85 très favorables la nutrition des plantes.
- Des teneurs en calcaire actif sans aucune contrainte pour toutes les cultures.

**a) Profil N° 2 :****Caractéristique morphologique :****Classification :**

- Classe** : Sols peu évolués.
- Sous classe** : Non climatique
- Groupe** : Sols d'apport colluvial.
- Sous-groupe** : modaux.
- Série** : profond
- Famille** : galets et cailloux.

**Données générales :**

- Géomorphologie** : Glacis
- Occupation actuelle** : jachère

- **Aspect de surface** : environ 30% de galets et cailloux couvrant la surface
- **Pente** : 3 – 6%.
- **Coordonnées** : E = 003° 16' 16,1''    N = 36° 09' 17,6''    Altitude : 868 m

### b) Description des horizons :

Les Horizons sont définis selon les profondeurs :

**[0 – 38 cm]** : Cet horizon est caractérisé par :

Sec, couleur 10YR4/3, texture limono argileuse, structure polyédrique fine, présence d'environ 5% de cailloux et galets sub anguleux, nombreuses racines fines, bonne activité biologique, matière organique non directement décelable, poreux, friable, effervescence nulle à Hcl, transition diffuse.

**[38 – 80 cm]** : Cet horizon est caractérisé par :

Sec, couleur 10YR3/3, texture limono argileuse, structure polyédrique moyenne, présence d'environ 3% de cailloux et galets sub anguleux, pas de racines, activité biologique nulle, matière organique non directement décelable, porosité moyenne, peu compact, Effervescence nulle à Hcl, Transition diffuse.

**[80 – 110 cm]** : Cet horizon est caractérisé par :

Sec, couleur 10YR3/2, texture limono argileuse, structure polyédrique moyenne, présence d'environ 5% de cailloux et galets subanguleux, pas des racines, activité biologique nulle, matière organique non directement décelable, porosité moyenne, peu compact, très faible effervescence à Hcl, transition nette.

**[110 cm]** : galets et cailloux.

### c) Analyse physico-chimique des sols :

**Tableau II.2** : Analyse physico-chimique des sols.

Horizons		H1	H2	H3
Profondeur de prélèvement des échantillons (cm)		0-38	38-80	80-110
<b>Granulométrie</b>	Argile %	32	35	38
	Limon %	35	37	36
	Sable %	33	28	26

	Total	100	100	100
<b>Matière organique</b>	Matière organique %	1.5	0.6	0.1
	Carbone C ‰	8.8	3.7	0.4
	Azote N ‰	0.8	0.4	0.1
	C/N	11.5	9.4	3.2
	Salinité(g/l)	0.2	0.4	0.4
	SDT (mg/l)	138	192	218
<b>Réserve minérales</b>	CaCO <sub>3</sub> TOTAL %	2	3.2	6
	CaCO <sub>3</sub> ACTIF %	0.7	1.6	3.2
	K <sub>2</sub> O en (mg/kg sol)	11.2	2.2	0.2
	P total (mg P/kg sol)	2.6	1.2	0.2
	P205 Assimilable (ppm)	34	16	3
<b>Solution du sol</b>	PH Eau (1/5)	7.76	7.79	7.85
	C.E (1/5 en ms)	0.15	0.23	0.31

Source : ONID

**d) Interprétations des résultats :**

Ces sols profonds à peu profonds par endroits présentent des propriétés très favorables à leur utilisation et des propriétés défavorables qui nécessitent des corrections.

Les propriétés très favorables s'articulent autour de :

- Une profondeur adéquate très favorable à une très large gamme de cultures
- Une texture équilibrée en surface à légèrement dominée par la fraction limono argileuse en profondeur avec une bonne structure et une bonne porosité des agrégats.
- Une bonne teneur en matière organique dans les deux premiers horizons
- Absence du risque de salinité avec des Ph Variant entre 7,76 et 7,85 très favorables la nutrition des plantes.

- Des teneurs en calcaire actif sans aucune contrainte pour toutes les cultures.

a) Profil N° 3 :

**Caractéristique morphologique :**

**Classification :**

- Classe** : Sols calcimagnésiques
- Sous classe** : Sols carbonatés
- Groupe** : Sols bruns calcaires
- Sous-groupe** : modaux
- Série** : profond
- Famille** : sur calcaire

**Données générales :**

- Géomorphologie** : Plaine
- Occupation actuelle** : labour
- Aspect de surface** : /
- Pente** : 0 – 3%
- Coordonnées** : E = 003° 16' 26.9" N = 36° 14' 12.0" Altitude : 612 m

b) Description des horizons

Les Horizons sont définis selon les profondeurs :

**[0 – 45 cm]** : Cet horizon est caractérisé par :

Sec, couleur 10YR4/3, texture limono argileuse, structure polyédrique fine, présence d'environ 2% de cailloux, nombreuses racines fines, bonne activité biologique, matière organique directement décelable, poreux, friable, légère effervescence à Hcl, transition diffuse.

**[45 – 85 cm]** : Cet horizon est caractérisé par :

Sec, couleur 10YR4/4, texture limono argileuse, structure polyédrique moyenne, présence d'environ 2% de cailloux, pas de racines, activité biologique nulle, matière organique non directement décelable, peu compact, porosité moyenne, effervescence moyenne à Hcl, transition nette.

**[85 – 125 cm]** : Cet horizon est caractérisé par :

Peu frais, couleur 10YR4/6, texture argileuse, structure polyédrique moyenne à grossière, présence d'environ 3% de cailloux calcaire, pas de racines, activité biologique nulle, matière organique non directement décelable, compact, faible porosité, forte effervescence à Hcl, transition nette.

[125 cm] : calcaire.

**c)Analyse physico-chimique des sols :**

**TableauII.3** : Analyse physico-chimique des sols.

Horizons		H1	H2	H3
Profondeur de prélèvement des échantillons (cm)		0-45	45-85	85-125
<b>Granulométrie</b>	Argile %	33	38	41
	Limon %	39	35	36
	Sable %	28	27	23
	Total	100	100	100
<b>Matière organique</b>	Matière organique %	1.34	0.08	0.03
	Carbone C ‰	7.80	0.45	0.15
	Azote N ‰	0.67	0.04	0.02
	C/N	11.70	10.20	7.30
	Salinité(g/l)	0.4	0.5	0.6
	SDT (mg/l)	210	220	255
	CaCO <sub>3</sub> ACTIF %	5.5	6.4	10.1
	K <sub>2</sub> O en (mg/kg sol)	8.9	1.8	0.1
	P total (mg P/kg sol)	2.4	0.8	0.1
	P205 Assimilable (ppm)	29	14	6

<b>Solution du sol</b>	PH Eau (1/5)	8.07	8.13	8.2
	C.E (1/5 en ms)	0.3	0.4	0.5

**Source : ONID**

#### **d)Interprétations des résultats :**

Ces sols moyennement profonds par endroit à profonds présentent des caractéristiques physico chimiques favorables à leur utilisation, et qui s'articulent autour :

- Un aspect de surface sans aucune contrainte pour les travaux du sol.
- Une profondeur variante entre 75 et 130 cm permettant l'introduction d'une large gamme de cultures
- Absence de niveau limitant (croûte et encroûtement) ;
- Une texture équilibrée en surface à limono argileuse en profondeur avec une bonne structure des agrégats favorables à tout type d'utilisation
- Absence du risque de salinité exprimé par une conductivité électrique faible
- Des teneurs en calcaire actif inférieures à 15% tolérables par une large gamme de cultures.

#### **II.2.3. Les Zones homogènes :**

Le périmètre de SOUAGUI objet de cette étude se subdivise en zones homogènes regroupant trois catégories qui sont les suivantes :

##### **Catégorie I :**

Cette catégorie qui couvre 87% de la surface du périmètre regroupe les sols peu évolués d'apport alluvial modaux, les sols peu évolués d'apport colluvial modaux, les sols bruns calcaires modaux et les sols rouges non lessivés modaux et peut convenir à une très large gamme de cultures en procédant juste à des labours profonds et à des amendements organiques et minéraux bien évalués en quantité.

##### **Catégorie II :**

Cette catégorie regroupe les Rendzines modales et les Rendzines sur croûte à profondeur peu importante et riches en calcaire actif et couvre **11%** de la surface totale du périmètre. Celle-ci nécessite quelques aménagements tels que : épierrage, sous solage et amendements organiques et minéraux.

**Catégorie III :**

Agglomération et infrastructure et maquis.

**II.2.4. Caractéristiques hydrodynamiques des sols :**

**Tableau II.4 :** propriétés hydrodynamiques des sols.

Texture	Argileux-limoneux
Capacité au champ (%)	25
Pointe de flétrissement (%)	15
La perméabilité (mm/h)	6-7
Densité apparente	1.4-1.5

**II.2.5. Détermination Aptitude culturale des sols en irrigué**

Ce volet de l'étude consiste en la détermination de l'aptitude culturale des sols du périmètre de SOUAGUI, qui se définit par la capacité par laquelle un sol est apte à produire une culture bien déterminée. Cette capacité est fonction des caractéristiques physico-chimiques du sol en question, du climat et de la qualité des eaux d'irrigation.

L'aptitude sera déterminée par la méthode des contraintes (Méthode ANRH) qui tient compte des paramètres suivants :

- ✓ Profondeur
- ✓ Texture
- ✓ Structure.
- ✓ Eléments grossiers
- ✓ Hydromorphie
- ✓ Conductivité électrique
- ✓ Ph et autre

Dans le cas de notre périmètre d'étude, nous avons :

**a) Arboriculture fruitière :****Catégorie A1 :**

**Bons sols pour :** olivier, Amandier, grenadier, vigne, abricotier, pêcher, pommier, poirier, Prunier, framboisier, agrumes.

**Moyens sols pour :** figuier, agrumes.

**Catégorie A2**

**Bons sols pour :** olivier, Amandier, grenadier, figuier, pêcher, pommier, Prunier.

**Moyens sols pour :** vigne, pommier, poirier, framboisier.

**b) Cultures industrielles :**

**Catégorie I1 :**

**Bons sols pour :** coton, Betterave, Tournesol.

**Moyens sols pour :** tabac, lin.

**Catégorie I2 :**

**Moyens sols pour :** Tournesol, tabac.

**c) Culture céréalière et Cultures fourragères :**

**Catégorie C1 :**

**Bons sols pour :** Blé dur, blé tendre, Vesce Avoine, orge, maïs, sorgho, fétuque.

**Moyens sols pour :** fétuque, Trèfle.

**Catégorie C2 :**

**Bons sols pour :** Vesce Avoine, orge.

**Moyens sols pour :** Blé dur, blé tendre, orge, maïs, sorgho, bersim, fétuque, Ray gras, Trèfle.

**d) Cultures maraichères :**

**Catégorie M1 :**

**Bons sols pour :** courgette, Tomate, haricot, carotte, navet, laitue, Piment, Poivron, épinard, Aubergine, Gombo, Ail, Oignon, poireau, choux, concombre, artichaut, fraisier.

**Moyens sols pour :** Pomme de terre, Pastèque, melon.

**Catégorie M2 :**

**Bons sols pour :** haricot, Laitue, Piment, Poivron, Gombo, fraisier.

**Moyens sols pour :** Courgette, Tomate, carotte, navet, épinard, Aubergine, Ail, Oignon, poireau, Pastèque, melon choux, concombre, artichaut.

**e) Légumineuses :**

**Catégorie L1 :**

**Bons sols pour :** fèves, vesce, pois chiche, luzerne

**Moyens sols pour :** Petit poids, lentille.

**Catégorie L2 :**

**Bons sols pour :** pois chiche

**Moyens sols pour :** fèves, Petit poids, vesce, luzerne, lentille.

### **II.3. Conclusion :**

L'étude agro pédologique du périmètre Souagui réalisée à l'échelle du 1/20 000<sup>ème</sup> a pour but d'identifier les types des unités cartographiques.

La prospection pédologique a fait ressortir trois classes du sol :

Les sols peu évolués.

Les sols calcimagnésiques.

Les sols à sesquioxyde de fer (prennent la majorité du sol dans la zone).

L'étude approfondie des sols a fait ressortir trois (03) zones homogènes de mise en valeur.

La valeur de la perméabilité entre 6-7 est représentative des sols moyennement Perméables

Favorables couvre la plus importante surface de notre périmètre.

**Chapitre III :**  
**Analyse des ressources**  
**en eau**

## **Chapitre III : Analyse des ressources en eau**

### **III. Introduction :**

L'eau est considérée comme une ressource essentielle à la production agricole, d'où l'importance d'estimer les besoins en eau et de s'assurer de la quantité et de la qualité de l'eau allouée à cette zone à partir du barrage de Beni Slimane.

Le présent chapitre a pour objet d'examiner les ressources en eau du barrage de Béni Slimane qui permettent d'approvisionner en eau et d'irriguer le périmètre de Souagui.

#### **III.1. Ressources en eau du périmètre :**

La ressource en eau provient du barrage de Béni Slimane est situé à environ 7 km au Sud de la ville de Beni Slimane. Il englobe la partie amont du bassin versant de l'oued Mellah.

Le bassin versant du barrage est entouré de montagnes dont leurs élévations changent de 1300 m NGA, dans les hauteurs du bassin versant, à environ 670 m NGA au site du barrage (zone très élevée).

##### **III.1.1. Données générales sur l'ouvrage :**

Le barrage Oued Mellah se situe au niveau de territoire de la commune de Beni Slimane La superficie du bassin versant du barrage est de 176 Km<sup>2</sup>

Le volume total est de 28,7 hm<sup>3</sup> avec un apport moyen annuel de 8,2 hm<sup>3</sup>/an.

La digue est de type enterré zonée d'une hauteur de 66 m.

**Tableau III.1 : Caractéristiques hydrologiques du bassin du barrage Mellah.**

Composante	Unité	Valeur
Nom de l'Oued	-	Mellah
Superficie du Bassin Versant	km <sup>2</sup>	176
Elévation maximale	m NGA	1373
Elévation minimale	m NGA	657
Elévation moyenne	m NGA	946
Cours d'eau plus long	Km	28,9
Distance au centroïde du bassin versant	Km	13,8
Pente du cours d'eau principale	%	1,3
Pente du bassin versant	%	20,4
Densité de drainage	km/km <sup>2</sup>	2,47
Périmètre du bassin versant	Km	70

**SOURCE : Etude de faisabilité réalisée par le bureau d'étude NINHAM SHAND 2005.**

### III.1.2. Caractéristiques techniques actuel du barrage

Coordonnées du site du barrage :

$$X = 530\ 686 \text{ m}$$

$$Y = 4002\ 225 \text{ m}$$

$$Z = 657 \text{ m}$$

**Tableau III.2 :** Caractéristiques techniques actuel du barrage.

Capacité du barrage	28,7 Hm <sup>3</sup>
Hauteur du barrage :	66 m
Volume régularisé :	6,9 Hm <sup>3</sup>
Volume mort :	8.7 Hm <sup>3</sup>
Volume utile :	20 Hm <sup>3</sup>

**SOURCE :** Etude de faisabilité réalisée par le bureau d'étude **NINHAM SHAND** 2005.

### III.1.3. Etude de la qualité de l'eau d'irrigation :

Pour donner un aperçu sur la qualité de l'eau du barrage de Beni Slimane nous avons utilisé les données des analyses réalisées à l'ANRH sur des prélèvements effectués à la station hydrométrique de Beni Slimane. Ces prélèvements ont été effectués uniquement sur la période de 05 ans allant de 1984-1989. Et Nous avons prélevé des échantillons d'eau de barrage en mars 2022 pour obtenir de nouvelles données et les comparer avec les données de l'ANRH.

#### A. Classification des eaux d'irrigation :

Selon la classification américaine (l'USDA), on va prendre en considération deux paramètres :

La Conductivité électrique CE (à 25°).

Le rapport d'absorption du Sodium SAR.

#### La Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm.

On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique :

**Tableau III.3** : Classe des eaux en fonction de la conductivité électrique.

Classe	Conductivité électrique CE	Qualité des eaux
C1	$CE \leq 0.25$	Eau de risque faible (salinité)
C2	$0.25 < CE \leq 0.75$	Eau de risque moyen
C3	$0.75 < CE \leq 2.25$	Eau de risque élevé
C4	$CE > 2.25$	Eau de risque très élevé

**Le coefficient d'absorption du sodium (S.A.R) :**

Le S.A.R est calculé par la formule suivante :

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \dots\dots\dots (III.1)$$

Avec :  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$  en meq/l

**Interprétation :**

S1 : S.A.R < 10

L'eau contenant une faible quantité de sodium, on peut l'utilisée pour irriguer de presque tous les sols sans qu'il y ait des problèmes d'alcalinisation.

S2 :  $10 < S.A.R < 18$

Les eaux contenant une quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière.

S3 :  $18 < S.A.R < 26$

Les eaux contenant une quantité de sel élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales.

S4 : S.A.R > 26

Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation.

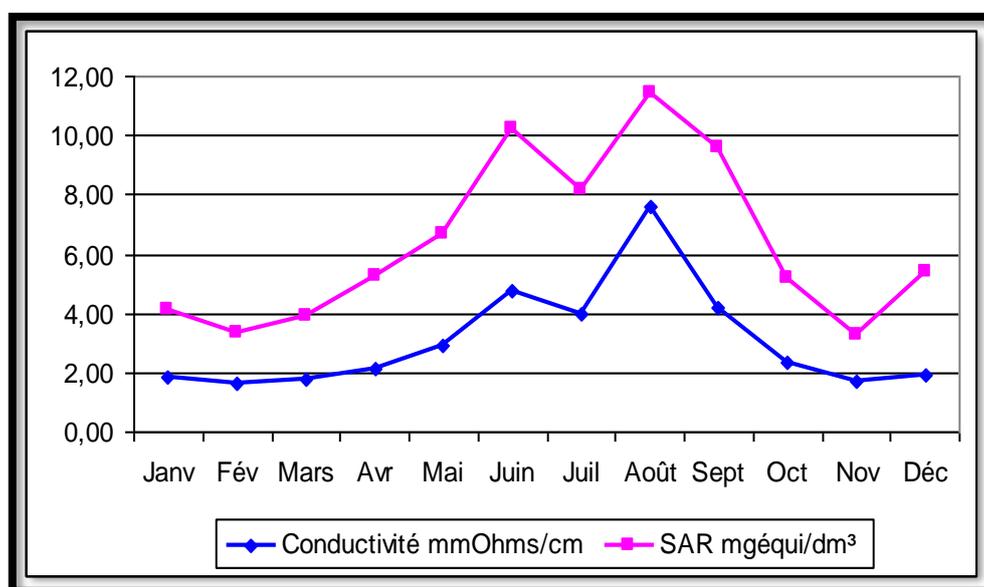
**Composition chimique de l'eau d'irrigation :**

Les analyses faites au laboratoire de l'ANRH montre la composition chimique moyenne de l'eau suivante :

**Tableau III.4** : Paramètres hydro chimiques moyens mensuels.

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>Ca mg/l</b>	95,8	95,7	91,9	97,3	121,8	145,8	162,0	320,0	168,3	124,3	87,0	106,0
<b>Mg mg/l</b>	50,5	39,7	48,7	58,2	78,6	123,8	106,3	192,0	70,4	53,9	54,0	38,6
<b>Na mg/l</b>	202	153,0	186	265	385,4	700	547,7	1050	591,1	274,3	156	257,6
<b>Conductivité mm Ohms/cm</b>	1,84	1,67	1,76	2,15	2,92	4,74	3,97	7,60	4,19	2,34	1,68	1,95
<b>SAR mgéquiv/dm<sup>3</sup></b>	4,14	3,31	3,9	5,23	6,67	10,3	8,18	11,4	9,62	5,15	3,24	5,42

Source : ONID

**Figure III.1** : Variations mensuelles du SAR et de la conductivité Période 1984-1989

Interprétation :

On observe que la conductivité est maximale en période d'été (entre 3,9 et 6,70 mgéqui/dm<sup>3</sup>), alors qu'elle diminue entre octobre et mai (entre 1,67 et 2,34 mgéqui/dm<sup>3</sup>). Les deux valeurs du SAR et de la conductivité atteignent leur max à Aout.

On a calculé le SAR moyen annuel et on l'a comparé à la conductivité moyenne annuelle :

SAR moyen : 6,38 mgéqui/dm<sup>3</sup>

Conductivité moyenne : 3.07 mm Ohms/cm.

La valeur du SAR est calculée à partir de la formule suivante :

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} = \frac{4}{\sqrt{\frac{3,038 + 6,81}{2}}} = 1,80$$

Avec :  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$  en meq/l

**Milliéquivalent (meq)** = mmol × valence de l'ion.

**Tableau III.5:** La valeur du SAR est calculée.

Unité	Ca <sup>2+</sup> (valence=2)	Mg <sup>2+</sup> (valence=2)	Na <sup>+</sup> (valence=1)
Mg/l	136,26	36,45	92
Meq/l	6,81	3,038	4

Les résultats de nouvelles analyses (Mars 2022) sont présentés ci- dessous :

**Tableau III.6:** Paramètres hydro chimiques à la station de Beni Slimane.

PH	CE (mmho/cm)	Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	SAR
8,23	2,99	136,26	36,45	92	1,80

Selon cette classification l'eau de l'oued Mellah comporte des risques alcalins faibles (S1) et un risque élevé de salinité. On observe une diminution de la valeur de SAR dans les nouvelles analyses, on peut l'expliquer par la diminution de la concentration du sodium Na<sup>+</sup>.

**Tableau III.7 :** Evolution des paramètres hydro chimiques.

Période	1984-1989	Mars2022
Na <sup>+</sup>	397,45	92
Ca <sup>2+</sup>	134,66	136,26
Mg <sup>2+</sup>	76,23	36,45
SAR	6,38	1,80
Conductivité	3,07	2,99

**Source :** Station de Beni Slimane

Les résultats montrent une stabilité de la conductivité et une diminution dans la valeur du SAR, cette diminution est due à la diminution de la concentration de sodium.

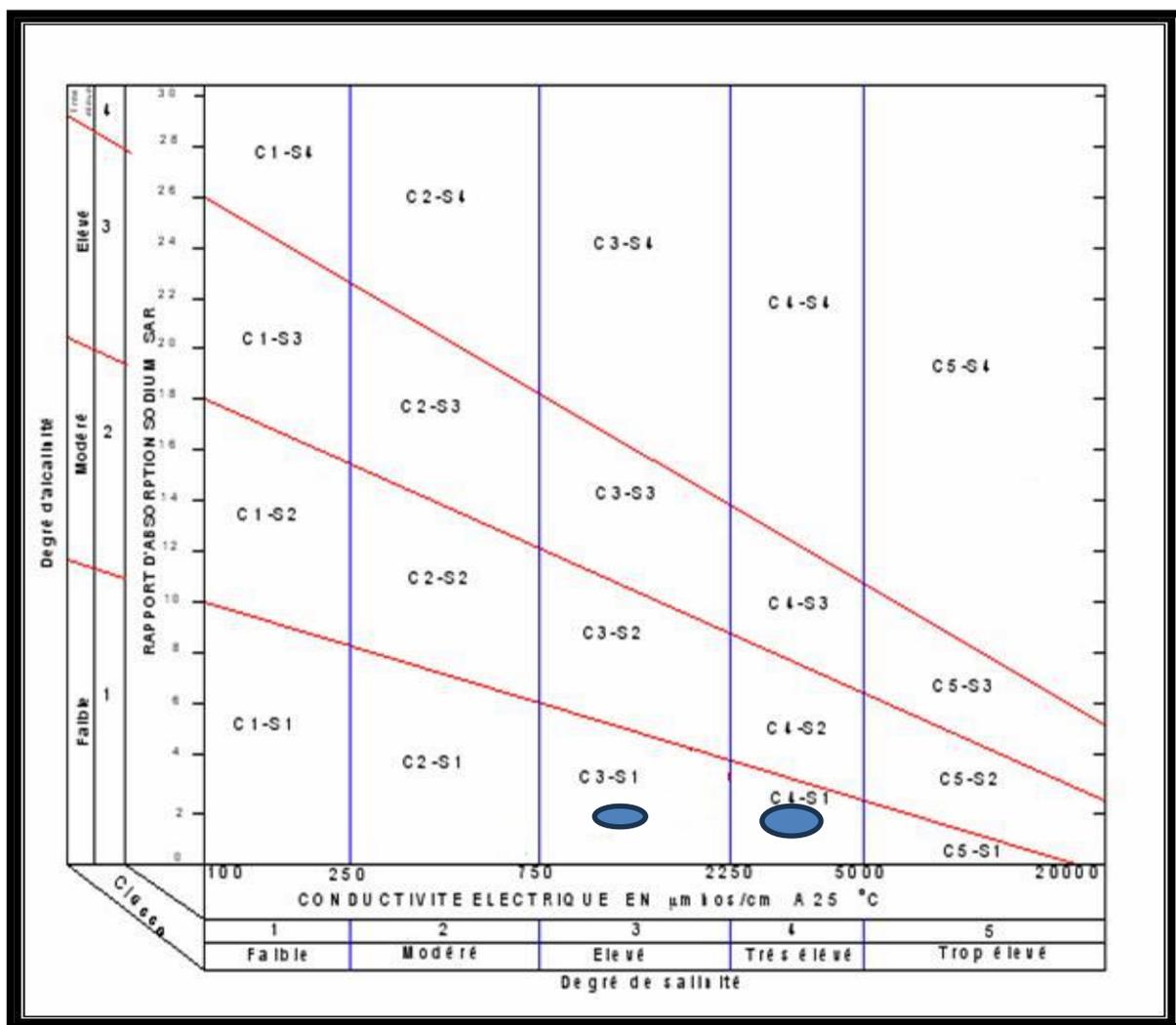


Figure III.2 : abaque de RIVERSIDE

**Interprétation :**

Selon l’Abaque de l’eau à la station de Beni Slimane est à la limite de la classe C4S1, pour les deux périodes, avec une diminution de la valeur de SAR, ce qui rapproche la classification à la classe C3-S1.

D’après les résultats, on peut dire que les eaux de barrage de Beni Slimane présentent une forte salinité et une faible alcalinité. il s’agit d’une eau admissible pour l’irrigation des cultures tolérantes aux sels sur des sols bien drainés (bonne perméabilité). L’article publié par FAO, titré (WATER QUALITY EVALUATION) confirme que la Degré de restriction d'utilisation pour cette classe est Légère à modérée.

Donc l’eau d’irrigation provenant de barrage de Beni Slimane est appropriée pour l’irrigation.

### III.2. Calcul de la pluie de projet :

Il est essentiel de réaliser le calcul des précipitations du projet, car cela influe directement sur l'évaluation des besoins en eau des cultures envisagées dans la zone délimitée.

#### III.2.1. Répartition de la pluies moyenne annuel :

Ci-dessous se trouve le tableau présentant les précipitations mensuelles moyennes enregistrées à la station pluviométrique de Beni Slimane pour la période de 1990 à 2019 :

**Tableau III.8 : Répartition mensuelle des précipitations (mm).**

Mois	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	annuel
1990	22	15,3	25,383	48,1	36	65,7	66,3	20	14,8	4,3	3,2	0	321,083
1991	5,5	70,8	6,9	4,8	83	8,7	57,5	61,8	77,4	19,4	21,7	0	417,5
1992	16,1	36	62,7	22,8	16,5	45,3	8,6	38,1	26,146	13,5	0	7,2	292,946
1993	49,7	12,3	18,8	29,8	40,1	38	0	46,4	2,5	0	0	3,7	241,3
1994	53,4	51,5	25,8	33	138	31	78,2	3,3	0	19	0	12,6	445,8
1995	15,6	33,1	10	8	30,7	77,7	29,6	80	43,7	51,2	12	9,7	401,3
1996	16,3	8,3	15,5	32,4	36,9	14,8	2,5	58,8	20,1	2,4	0	21,2	229,2
1997	47,1	42,6	53,3	55,9	13	59,6	7,8	18,1	144,2	4,5	0	11,5	457,6
1998	57	29,8	63,4	21	59,5	47,4	76,2	0,6	22,8	0,8	0,9	3,6	383
1999	24,632	20,524	35,144	76,862	26,526	10,012	14,412	28,248	20,679	6,3	2,1	5,1	270,539
2000	16,344	97,876	37,208	36,2	94,2	28,7	0	40	9,3	4,7	0	5,2	369,728
2001	33	2,2	24,9	14,9	23,8	23,6	9,7	8,4	2	0	15,9	39,6	198
2002	25,4	11,2	75,4	69,5	92,6	67,8	5,5	74	35,6	0,2	0	14,9	472,1
2003	78,6	89,2	50,2	93,9	38,5	9,9	28,6	36,9	92,1	0,4	20,9	15,4	554,6
2004	7,7	24	28,6	78,9	51,6	63,2	10,7	8,1	5,741	4,7	0	0	283,241
2005	12,8	52		51	70,4	72	25,5	46,2	43,8	6,9	0	0	380,6
2006	47,9	4,5	30	58,2	5,1	48,1	135,9	69,7	24,7	8,7	9	2,8	444,6
2007	141,1	54,8	74,6	19,6	8	35,6	45,6	6,9	104,5	18,4	0,6	0,5	510,2
2008	41,8	35,4	37,1	61,7	53,8	20,2	52,7	66,5	27,2	0	0	10	406,4
2009	83	19,3	70	38,726	48,1	80,6	62,7	10,8	44,7	2,5	0	45,4	505,826
2010	4,6	50,8	68,7	32,6	29,9	83,5	29,5	74,7	76,7	26,6	0	7,8	485,4
2011	23,2	50,3	71,1	30,8	9,2	85	73,9	84,6	22,5	0	0	0,8	451,4
2012	2,5	43,7	55,6	4,3	67,7	86,1	40,9	65,8	64,2	1,7	0,3	23,2	456
2013	30,8	2,2	61,8	51,3	41	32,6	67,4	4,1	3,5	76,6	0	11,2	382,5
2014	19,1	4,2	33,4	103,2	45,9	78,6	13,1	0	12,3	16	0	5,8	331,6
2015	45,4	26,7	14,5	0	40,7	57,2	57,1	39,7	75,9	6,5	0	0	363,7
2016	22,8	3,2	22,4	41,9	154,6	6,2	25,1	19,4	25	12,9	0	3,5	337
2017	19,9	12,6	44,8	60,7	24,5	25,4	78,9	96	44,9	50,8	0	56,4	514,9
2018	41,4	68,2	70,1	76,4	86,3	26,4	47	54	18,3	6,2	0	3,1	497,4
2019	111,9	19,7	73,3	30,3	20,3	0	54,5	85,9	58	2,5	0	20,5	476,9

Source ANRH

Selon les données ci-dessus, l'année la plus humide est 2003 avec une pluviométrie de 554,6 mm. Les précipitations annuelles varient entre 554,6 mm et 198mm, avec une valeur moyenne de 396.98mm.

Cette série pluviométrique annuelle présente les caractéristiques statistiques suivantes :

**Tableau III.9** : Caractéristiques de la série pluviométrique.

<b>Moyenne</b>	396
<b>Ecart type</b>	94
<b>Le médiane</b>	404
<b>P min</b>	198
<b>P max</b>	554.6

### III.2.2. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon :

#### Test de Wilcoxon :

Ce test repose sur une méthode simple pour évaluer l'homogénéité d'une série de données sans recourir à une autre série pluviométrique homogène provenant d'une station voisine et étalée sur la même période d'observation.

La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique selon cette méthode se déroule comme suit :

- La série complète est divisée en deux sous-séries, notées x et y, où N1 et N2 représentent respectivement les tailles de ces sous-séries, avec généralement  $N1 > N2$ .
- En classant la série de précipitations initiale par ordre croissant, on forme la série résultante x union y.
- Chaque valeur de la série pluviométrique classée se voit attribuer un rang, tout en précisant à quelle sous-série elle appartient.

$$W_{\min} < W_x < W_{\max}$$

Les résultats est détaillé comme suite :

**Tableau III.10** : Test d'homogénéité de la série pluviométrique.

Rang	Annuel	Séries Y	Série X	Trier	X Union Y
1	321,083	321,083	198	198	X
2	417,5	417,5	472,1	229,2	Y
3	292,946	292,946	554,6	241,3	Y
4	241,3	241,3	283,241	270,539	Y
5	445,8	445,8	380,6	283,241	Y
6	401,3	401,3	444,6	292,946	Y
7	229,2	229,2	510,2	321,083	Y
8	457,6	457,6	406,4	331,6	X
9	383	383	505,826	337	X
10	270,539	270,539	485,4	363,7	X
11	369,728	369,728	451,4	369,728	Y
12	198		456	380,6	X
13	472,1		382,5	382,5	X
14	554,6		331,6	383	Y
15	283,241		363,7	401,3	Y
16	380,6		337	406,4	X
17	444,6		514,9	417,5	Y
18	510,2		497,4	444,6	X
19	406,4		476,9	445,8	Y
20	505,826			451,4	X
21	485,4			456	X
22	451,4			457,6	Y
23	456			472,1	X
24	331,6			476,9	X

25	363,7			485,4	X
27	337			497,4	X
28	514,9			505,826	X
29	497,4			510,2	X
30	476,9			514,9	X

Avec

$N_1=19$        $N_2=11$

$W_{\min}=124.5$        $W_{\max}=464.5$        $W_x=345$

DONC :

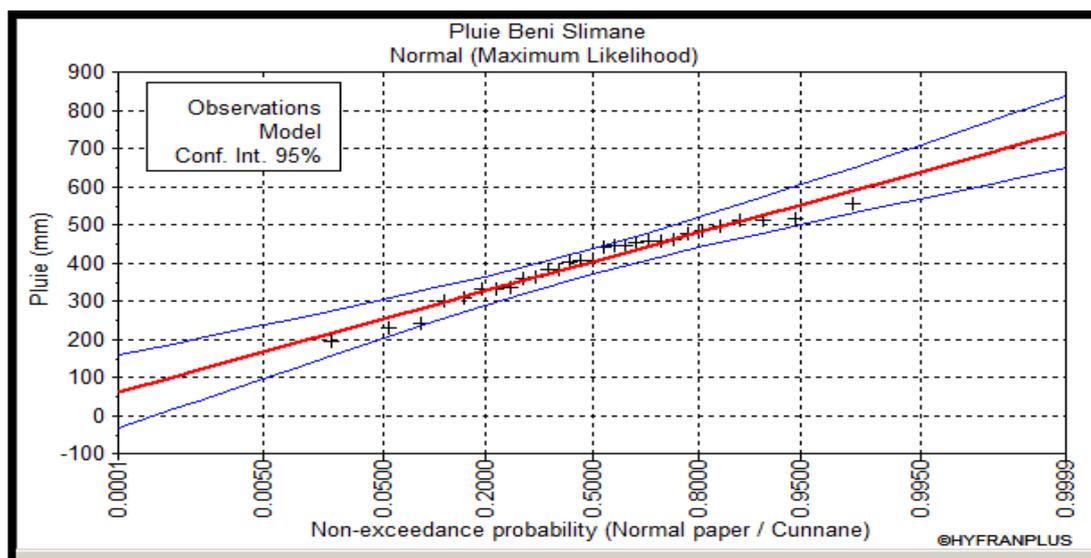
$$W_{\min} < W_x < W_{\max}$$

La condition d'homogénéité de Wilcoxon est vérifiée, donc les pluies annuelles de la station de Beni Slimane sont homogènes.

### III.2.3. Ajustement statistique des pluies annuelles :

Les pluies annuelles de la station de Beni Slimane ont été ajustées à la loi Normale.

Après examen des ajustements obtenus, il ressort que la loi normale ajuste mieux les séries des pluies annuelles.



**Figure III.3 :** Ajustement à une loi Normale Station Beni Slimane.

Après ajustement des données par la loi, Il convient de comparer l'adéquation de cette loi afin d'adopter le meilleur ajustement. Dans notre cas, nous avons utilisé le teste de

Khi carrée  $\chi^2$ . Touaibia, B., (2004). Voir annexe.

La loi est adéquate pour une erreur  $\alpha = 0.05$  si et seulement si :

$$\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$$

Pour les calculs nous avons utilisé le logiciel **HYFRAN**.

**Tableau III.11** : Résultats de logiciel **HYFRAN**.

Loi normale
$\chi^2_{\text{calculé}} = 3.6$
Degrés de liberté = 4
$\chi^2_{\text{théorique}} = 9.484$

#### III.2.4. Détermination de l'année de calcul :

**Tableau III.12** : Résultat de l'ajustement.

T	Q	Xt	Intervalle De Confiance (95%)
20	0.95	551	499 - 603
10	0.9	517	471 - 562
5	0.8	475	436 - 515
3	0.6667	437	401 - 472
2	0.5	396	362 - 430
1.2500	0.2	317	278 - 356

La probabilité pour laquelle on assure l'irrigation est donnée souvent pour la fréquence 80 %.

Les pluies mensuelles de projet, sont calculées comme suit :

$$P_{\text{moy 80\%}} = P_{\text{moy de chaque mois}} * (P_{\text{thé (80\%)}} / P_{\text{thé (50\%)}}) \dots \text{(III.2)}$$

**Tableau III.13** : Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche (freq= 80%).

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
Pmoy (mm)	30	33.07	51.95	42.89	49.54	44.29	40.18	41.56	38.77	12.25	2.88	11.35
P <sub>moy80%</sub> (mm)	24.06	26.52	41.66	34.40	39.73	35.52	32.23	33.33	31.096	9.82	2.31	9.10

### III.3. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudié les caractéristiques différentes de notre eau d'irrigation. Les résultats du SAR et de la conductivité électrique trouvées indique une classe d'au d l'ordre C3S1 et C4S1. Ce qui indique un risque faible d'alcalinité et in risque moyen à élever de salinité.

Donc l'eau d'irrigation provenant de barrage de Beni Slimane est appropriée pour l'irrigation.

Chapitre IV :  
Besoins en eau des  
cultures

## Chapitre IV : Besoins en eau des cultures

### IV. Introduction :

L'évaluation des besoins en eau va aider l'Etat à prévoir et gérer mieux les ressources en eau disponible chaque année, et elle permet d'orienter les agriculteurs vers des systèmes de culture selon la pluviométrie et le stockage du barrage.

Ce chapitre a pour but de calculer les besoins en eau et déterminer le débit spécifique qui est le débit de dimensionnement du réseau d'irrigation adapté aux cultures choisies.

#### IV.1. Les besoins en eau d'irrigation :

Selon Dorenbos et Prout (1976), le besoin en eau d'une culture représente la quantité d'eau requise pour compenser l'évapotranspiration d'une culture en bonne santé, cultivée dans un vaste champ, dans des conditions de sol infinies, grâce à l'abondance et à la fertilité de l'eau disponible. Cela favorise le potentiel de rendement maximal des cultures dans des conditions climatiques spécifiques.

La détermination des besoins en eau d'une culture nécessite une compréhension approfondie des plantes ainsi que des données climatiques et pédologiques du territoire. Ceci permet d'estimer la capacité de rétention en eau du sol (RU) et la réserve d'eau disponible pour la plante (RFU).

##### IV.1.1. Calcul de l'évapotranspiration maximale :

L'évapotranspiration maximale d'une culture qui régit les besoins en eau d'une culture durant un stade végétatif.

L'évapotranspiration maximale se calcule comme suit :

$$ETM = K_c \times ETP \dots \dots \dots (IV.1)$$

Avec :

**$K_c$**  : Le coefficient cultural. Il dépend du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent.

**ETP** : Evapotranspiration de référence(mm).

**ETM** : L'évapotranspiration maximale(mm).

##### IV.1.2. L'évapotranspiration de référence (ET0) :

L'évapotranspiration de référence (ET0) est définie comme le niveau d'évapotranspiration d'une surface importante d'un gazon de hauteur uniforme (entre 8 cm et 15 cm), en croissance active,

recouvrant complètement le sol et alimenté en eau de façon non restrictive. La valeur d'ET0 est calculée par deux méthodes :

- **Méthodes directes** : en utilisant les appareils de mesures.
- **Méthodes indirectes** : en utilisant les formules empiriques.

Il existe beaucoup de formules empiriques pour estimer la valeur de l'ET0 comme :

- la formule de Turc (1960).
- Formule de Thornthwaite (1948),
- Formule de Blaney-Criddle (1959).
- la formule de Penman,
- la formule de Penman-Monteith.

La formule qu'on va utiliser est la formule de Penman-Monteith modifiée.

#### IV.1.2.1. La formule de Penman-Monteith modifiée :

Penman et Monteith ont élaboré en 1948 une méthode de calcul de l'évapotranspiration d'une surface libre d'eau en combinant un bilan énergétique avec une approche de transfert de masse. Cette approche a abouti à une équation permettant de déterminer l'évapotranspiration en se basant sur les relevés climatiques tels que l'ensoleillement, la température, l'humidité et la vitesse du vent. Depuis sa création, la formule de Penman-Monteith modifiée est largement utilisée et recommandée par la FAO pour estimer l'évapotranspiration.

$$ET0 = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{Cste}{T + 273} u_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \dots\dots\dots (IV.2)$$

Où :

- ET0 : Évapotranspiration de référence (mm j-1) ;
- T : Température de l'air (°C) ;
- u2: Vitesse du vent à 2 m au-dessus du sol (m s-1);
- $\frac{\Delta}{\gamma}$  : Rapport entre la différence de pression de vapeur et la différence de température correspondant (kPa °C-1);
- $\hat{U}$  : Constante psychrométrique ( $\hat{U} \sim 66 \text{ Pa } ^\circ\text{K-1}$ ) ;
- Rn : Rayonnement net à la surface du sol (MJ m-2 j-1) ;
- G : Flux de chaleur du sol (MJ m-2 j-1);
- es : Pression de vapeur (kPa);
- ea : Pression de vapeur saturante à la température T (kPa)

Pour l'exécution des calculs, nous avons appliqué le logiciel CROPWAT, où nous avons introduit les données mensuelles de la station météorologique de Beni Slimane :

- Température : Les températures minimales et maximales mensuelles (C).
- Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).
- Insolation journalière : donnée en heures d'insolation.
- Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en km/jour.

Les résultats de l'évapotranspiration de référence  $ET_0$  calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 selon la formule de Penman & Monteith, modifiée sont récapitulés dans le tableau ci-après :

The screenshot shows the 'Monthly ETo Penman-Monteith' window. The input fields are: Country: Algeria, Station: 090302, Altitude: 600 m, Latitude: 36.23 °N, Longitude: 3.30 °E. Below the input fields is a table with 8 columns: Month, Min Temp (°C), Max Temp (°C), Humidity (%), Wind (km/day), Sun (hours), Rad (MJ/m²/day), and ETo (mm/day). The table contains data for each month from January to December, plus an 'Average' row at the bottom.

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m²/day	ETo mm/day
January	3.4	13.2	73	259	6.5	10.2	1.55
February	3.4	14.6	74	173	7.0	13.0	1.74
March	5.1	18.0	78	259	7.5	16.6	2.54
April	7.0	20.2	73	259	7.5	19.2	3.34
May	10.8	25.9	65	259	8.0	21.4	4.64
June	15.4	32.0	61	259	11.0	26.3	6.34
July	17.9	36.1	48	259	10.0	24.5	7.35
August	18.8	36.4	49	259	9.5	22.4	7.09
September	15.3	30.0	57	259	8.0	18.0	5.14
October	11.4	24.8	73	173	7.0	13.8	2.86
November	7.0	18.8	75	173	7.0	11.1	1.84
December	4.3	14.1	81	259	6.0	9.0	1.30
<b>Average</b>	<b>10.0</b>	<b>23.7</b>	<b>67</b>	<b>238</b>	<b>7.9</b>	<b>17.1</b>	<b>3.81</b>

Figure IV.1 : Evapotranspiration de référence  $ET_0$  calculée.

#### IV.1.3. Estimation des coefficients culturaux ( $K_c$ ) :

Les valeurs des coefficients culturaux ( $K_c$ ) de chaque culture est déterminé par (FAO). Il dépend du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent.

**Tableau IV.1** : Estimation des coefficients culturaux (Kc).

CULTURES	SEP	OCT	NOV	DEC	JUN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUI	AOU
<b>BLE DUR</b>				0.43	0.6	0.76	0.91	1.08	1.15	0.96		
<b>Orge Gain</b>			0.33	0.48	1.16	1.12	1.12	1.12	1.11	1.1		
<b>Orge vert</b>			0,33	0,48	1,16	1,12						
<b>Sorgho</b>	1.02	0.61								0.3	0.64	1.06
<b>Vesce avoine</b>		0.4	0.43	0.6	0.76	0.93	1.08	1.15	0.92			
<b>Pomme de terre</b>			0.5	0.73	1.16	1.15	0.82					
<b>Courgette</b>							0.5	0.5	0.74	0.99	0.79	
<b>Petit pois</b>							0.5	0.56	1.18	1.14		
<b>Pommier</b>	0.6	0.6	0.6	0.66	0.98	0.98	0.98	0.98	0.96	0.91	0.83	0.6
<b>Abricote</b>	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.59	0.9	0.87	0.81	0.66
<b>Olivier</b>	0.78	0.76	0.74	0.65	0.65	0.65	0.65	0.66	0.71	0.75	0.79	0.79

#### IV.1.4. La pluie efficace :

La pluie efficace (Pe<sub>eff</sub>) représente la fraction des précipitations qui est effectivement utilisée par la culture après déduction des pertes par ruissèlement de surface et par percolation profonde. Différentes méthodes ont ainsi été développées, chacune prenant en compte le climat de la région ou doivent s'effectuer les mesures. On multiplie par le coefficient 0,8.

Le logiciel CROPWAT nous donne la pluie efficace dans le tableau suivant :

	Rain	Eff rain
	mm	mm
January	47.2	43.6
February	52.6	48.2
March	38.6	36.2
April	38.6	36.2
May	45.3	42.0
June	11.8	11.6
July	3.8	3.8
August	11.4	11.2
September	37.0	34.8
October	30.6	29.1
November	44.3	41.2
December	41.5	38.7
Total	402.7	376.6

Figure IV.2: les pluies efficaces

IV.1.5. Calcul des besoins en eau et RFU :

Les besoins en eau d'irrigation c'est la quantité d'eau nécessaire à fournir à une culture pour satisfaire les besoins en eau durant tout son cycle végétatif.

$$B = ETM - (P_{eff} + K \cdot RFU_{i-1}) \dots\dots\dots (IV.4)$$

Avec :

**B** : besoin en eau d'irrigation (mm).

**E.T.M** : évapotranspiration (mm/mois).

**P<sub>eff</sub>** : pluie efficace

**RFU** : c'est la réserve facilement utilisable par les cultures, elle exprime l'humidité du sol du mois précédent accessible aux cultures.

Le calcul de la RFU se fait comme suit :

$$RFU = Y \times (H_{cc} - H_{pf}) \times D_a \times Z \dots\dots\dots (IV.5)$$

Avec :

**H<sub>cc</sub>** : Humidité a la capacité aux champs (25%)

**H<sub>pf</sub>** : Humidité au point de flétrissement (15%)

**D<sub>a</sub>** : densité apparente (1.4)

**Y** : degré de tarissement (2/3)

**Z** : profondeur d'enracinement en mm

#### IV.1.6. Assolement et rotation des cultures :

La rotation est définie comme la division des terres d'une exploitation agricole en parties distinctes appelées sous-sols en fonction de leurs capacités de production. Chaque semelle est spécifique à une culture spécifique.

Pour déterminer les différentes rotations de cultures, nous avons pris en compte plusieurs facteurs :

- La qualité et la disponibilité de l'eau d'irrigation au cours de l'année
- La variation des profondeurs d'enracinement.
- Les conditions climatiques de la région.
- L'équilibre du sol en éléments minéraux et en matière organique.

a) Les Assolement proposé pour le périmètre sont présentés aux tableaux suivants :

**Tableau IV.2** : Assolement proposé pour le périmètre.

Assolement 1	Assolement 2
BLE DUR	Orge vert
Orge Gain	BLE DUR
Vesce avoine	Sorgho
Blé tendre	Vesce avoine
Pomme de terre	Petit pois
Courgette	Pomme de terre
Pommier	Pommier
Abricote	Abricote
Olivier	A Olivier

Le détail de la répartition des cultures D'assolement numéro 1 dans le périmètre est présenté par le tableau suivant :

**Tableau IV.3 :** Surfaces occupées par les différentes cultures.

Cultures	Surface occupée (ha)	Surface (en %)
<b>BLE DUR</b>	62.3	24.54
<b>BLE TENDRE</b>	50.8	20.12
<b>ORGE GAIN</b>	27.95	11.06
<b>Vesce avoine</b>	24.65	9.76
<b>Pomme de terre</b>	10.75	4.26
<b>Courgette</b>	17	6.75
<b>Pommier</b>	18.95	7.52
<b>Abricote</b>	26	10.52
<b>Olivier</b>	14.25	5.66

**Cycle végétatif des cultures :**

Cycle végétatif des cultures des différentes cultures sont exposés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau IV.4:** Cycle végétatif des cultures.

CULTURES	SEP	OCT	NOV	DEC	JUN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUI	AOU	
BLE DUR													
Orge Gain													
Orge vert													
Sorgho													
Vesce avoine													
Pomme de terre													
Courgette													
Petit pois													
Pommier													

Abricote	
Olivier	

#### IV.1.7. Estimation des besoins en eau des cultures sélectionnées :

Pour chaque culture, nous calculons ses besoins en fonction de son stade végétatif :

##### IV.1.7.1. Estimation des besoins en eau des céréales :

**Tableau IV.5:** Calcul des besoins en eau pour le Blé dur.

Mois	Peff (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z (m)	RFU (mm)	Kc	ETM (mm)	B <sub>nette</sub> (mm)	B <sub>nette</sub> (m3/ha)	B <sub>nette</sub> (m3)
Sep	34.8	154.2							
Oct	29.1	88.67							
Nov	41.2	55.2	0.3	28					
Dec	38.7	40.3	0.5	46.7	0.43	17.33			
Jan	43.6	48.05	0.5	46.67	0.6	28.83			
Fev	48.2	50.46	0.8	74.67	0.76	38.35			
Mars	36.2	78.74	0.8	74.67	0.91	71.65	40.6	406	25293.8
Avr	36.2	100.2	0.8	74.67	1.08	108.21	78.1	781	48656.3
Mai	<b>42</b>	<b>143.84</b>	<b>0.8</b>	<b>74.67</b>	<b>1.15</b>	<b>165.41</b>	<b>125.4</b>	<b>1254</b>	<b>78124.2</b>
Juin	11.6	190.2	0.8	74.67	0.96	182.6	116.1	1161	72330.3
Juill	3.8	227.85							
Aout	11.2	219.79							

Tableau IV.6: Calcul des besoins en eau pour le Blé tendre.

Mois	Peff (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z (m)	RFU (mm)	Kc	ETM (mm)	B <sub>nette</sub> (mm)	B <sub>nette</sub> (m3/ha)	B <sub>nette</sub> (m3)
Sep	34.8	154.2							
Oct	29.1	88.67							
Nov	41.2	55.2	0.3	28					
Dec	38.7	40.3	0.5	46.7	0.43	17.33			
Jan	43.6	48.05	0.5	46.67	0.6	28.83			
Fev	48.2	50.46	0.8	74.67	0.76	38.35	39	390	19812
Mars	36.2	78.74	0.8	74.67	0.91	71.65	54.7	547	27787.6
Avr	36.2	100.2	0.8	74.67	1.08	108.21	81	810	41148
Mai	<b>42</b>	<b>143.84</b>	<b>0.8</b>	<b>74.67</b>	<b>1.15</b>	<b>165.41</b>	<b>99.8</b>	<b>998</b>	<b>50698.4</b>
Juin	11.6	190.2	0.8	74.67	0.96	182.6	48.2	482	24485.6
Juill	3.8	227.85							
Aout	11.2	219.79							

**Tableau IV.7:** Calcul des besoins en eau pour l'orge gain.

Mois	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z (m)	RFU (mm)	K <sub>c</sub>	ETM (mm)	B <sub>nette</sub> (mm)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> /ha)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> )
Sep	34.8	154.2							
Oct	29.1	88.67							
Nov	41.2	55.2	0.3	28					
Dec	38.7	40.3	0.5	46.7	0.43	17.33			
Jan	43.6	48.05	0.5	46.67	0.61	28.83			
Fev	48.2	50.46	0.8	74.67	0.84	38.35			
Mars	36.2	78.74	0.8	74.67	0.94	71.65	43.3	433	12102.35
Avr	36.2	100.2	0.8	74.67	1.12	108.21	82.4	824	23030.8
Mai	<b>42</b>	<b>143.84</b>	<b>0.8</b>	<b>74.67</b>	<b>1.19</b>	<b>165.41</b>	<b>131.7</b>	<b>1317</b>	<b>36810.15</b>
Juin	11.6	190.2	0.8	74.67	0.96	182.6	103.7	1037	28984.15
Juill	3.8	227.85							
Aout	11.2	219.79							

**Tableau IV.8 :** Calcul des besoins en eau pour l'orge vert.

Mois	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z (m)	RFU (mm)	K <sub>c</sub>	ETM (mm)	B <sub>nette</sub> (mm)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> /ha)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> )
Sep	34.8	154.2							
Oct	29.1	88.67							
Nov	41.2	55.2	0.3	28		18.22			
Dec	38.7	40.3	0.5	46.67	0.43	19.34	2.1	21	1308.3
Jan	<b>43.6</b>	<b>48.05</b>	<b>0.5</b>	<b>46.67</b>	<b>0.61</b>	<b>55.74</b>	<b>12.1</b>	<b>121</b>	<b>7538.8</b>
Fev	48.2	50.46	0.8	74.67	0.84	53.98	6.1	61	3800.3
Mars	36.2	78.74	0.8	74.66	0.94				

Avr	36.2	100.2	0.8	74.67	1.12				
Mai	<b>42</b>	<b>143.84</b>	<b>0.8</b>	74.67	<b>1.19</b>				
Juin	11.6	190.2	0.9	84	0.96				
Juill	3.8	227.85							
Aout	11.2	219.79							

Tableau IV.9 : Calcul des besoins en eau pour vesce avion.

Mois	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z (m)	RFU (mm)	K <sub>c</sub>	ETM (mm)	B <sub>nette</sub> (mm)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> /ha)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> )
Sep	34.8	154.2							
Oct	29.1	88.67		35.47			6.8	68	1676.2
Nov	41.2	55.2	0.3	23.74			0.00		
Dec	38.7	40.3	0.5	24.18	0.43	17.33	0.00		
Jan	43.6	48.05	0.5	36.82	0.6	28.83	0.4	4	98.6
Fev	48.2	50.46	0.8	46.93	0.76	38.35	1.6	16	394.4
Mars	36.2	78.74	0.8	85.01	0.91	71.65	52.6	526	12965.9
Avr	36.2	100.2	0.8	<b>115.2</b>	1.08	108.2	<b>80.6</b>	806	19867.9
Mai	<b>42</b>	<b>143.84</b>	<b>0.8</b>	132.3	<b>1.15</b>	<b>165.4</b>	40.7	<b>407</b>	<b>10032.55</b>
Juin	11.6	190.2	0.8	35.47	0.96	182.6	6.8	68	1676.2
Juill	3.8	227.85							
Aout	11.2	219.79							

Tableau IV.10 : Calcul des besoins en eau pour sorgho.

Mois	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z (m)	RFU (mm)	K <sub>c</sub>	ETM (mm)	B <sub>nette</sub> (mm)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> /ha)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> )
Sep	34.8	154.2	1.2		1.02		35.5	355	7937.3
Oct	29.1	88.67	1.2		0.61		54.09	540.9	13333.18

Nov	41.2	55.2		28		18.22			
Dec	38.7	40.3		46.67		19.34			
Jan	43.6	48.05		46.67		55.74			
Fev	48.2	50.46		74.67		53.98			
Mars	36.2	78.74		74.66					
Avr	36.2	100.2		74.67					
Mai	42	143.84		74.67					
Juin	11.6	190.2	0.4	84	0.3		57.06	570.6	14065.29
Juill	3.8	227.85	0.6		0.64		145.82	1458.2	35944.63
Aout	11.2	219.79	<b>0.8</b>		<b>1.06</b>		<b>232.97</b>	<b>2329.7</b>	<b>57427.1</b>

#### IV.1.7.2. Estimation des besoins en eau des maraîchages :

Tableau IV.11: Calcul des besoins en eau pour la pomme de terre.

Mois	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z (m)	RFU (mm)	K <sub>c</sub>	ETM (mm)	B <sub>nette</sub> (mm)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> /ha)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> )
Sep	34.8	154.2							
Oct	29.1	88.67							
Nov	41.2	55.2	0.2	18.67	0.5	27.6			
Dec	38.7	40.3	0.4	37.34	0.73	29.41	4.1	41	440.75
Jan	43.6	48.05	<b>0.6</b>	<b>56</b>	<b>1.16</b>	<b>55.74</b>	<b>11.9</b>	119	1279.25
Fev	48.2	50.46	0.8	74.67	1.15	58.03	4.9	49	526.75
Mars	36.2	78.74	0.8	74.67	0.82	64.57	5.6	56	602
Avr	36.2	100.2							
Mai	<b>42</b>	<b>143.84</b>							
Juin	11.6	190.2							
Juill	3.8	227.85							

Aout	11.2	219.79							
------	------	--------	--	--	--	--	--	--	--

**Tableau IV.12 :** Calcul des besoins en eau pour la courgette.

Mois	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/ms)	Z (m)	RFU (mm)	K <sub>c</sub>	ETM (mm)	B <sub>nette</sub> (mm)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> /ha)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> )
Sep	34.8	154.2							
Oct	29.1	88.67							
Nov	41.2	55.2							
Dec	38.7	40.3							
Jan	43.6	48.05							
Fev	48.2	50.46	0.3	28					
Mars	36.2	78.74	0.5	46.67	0.5	39.37	4	40	680
Avr	36.2	100.2	0.6	56	0.5	50.1	18.8	188	3196
Mai	42	143.84	0.7	65.34	0.74	106.44	86.5	<b>865</b>	<b>14705</b>
<b>Juin</b>	<b>11.6</b>	<b>190.2</b>	<b>0.7</b>	<b>65.34</b>	<b>0.99</b>	<b>188.30</b>	<b>165.4</b>	<b>1654</b>	<b>28118</b>
Juill	3.8	227.85	0.3		0.79	180.01	112	<b>1120</b>	<b>19040</b>
Aout	11.2	219.79							

**Tableau IV.13 :** Calcul des besoins en eau pour le petit pois.

Mois	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z (m)	RFU (mm)	K <sub>c</sub>	ETM (mm)	B <sub>nette</sub> (mm)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> /ha)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> )
Sep	34.8	154.2							
Oct	29.1	88.67							
Nov	41.2	55.2							
Dec	38.7	40.3							
Jan	43.6	48.05							
Fev	48.2	50.46							

Mars	36.2	78.74	0.5	46.67	0.5	39.37	5.7		612.75
Avr	36.2	100.2	0.7	65.34	0.56	56.11	45.8		492.35
Mai	42	143.84	0.8	74.67	1.18	169.7 3	131.2		1410.4
<b>Juin</b>	<b>11.6</b>	<b>190.2</b>	<b>0.8</b>	<b>74.67</b>	<b>1.14</b>	<b>85.13</b>	<b>148.2</b>	<b>1482</b>	<b>15931.5</b>
Juill	3.8	227.85							
Aout	11.2	219.79							

#### IV.1.7.3. Estimation des besoins en eau des arboricultures :

Tableau IV.14: Calcul des besoins en eau pour le pommier.

Mois	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z (m)	RFU (mm)	K <sub>c</sub>	ETM (mm)	B <sub>nette</sub> (mm)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> /ha)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> )
Sep	34.8	154.2	1.1	154	0.6	92.52	57.2	572	10839.4
Oct	29.1	88.67	1.1	154	0.6	53.2	24.9	249	4718.55
Nov	41.2	55.2	1.1	154	0.6	33.12	0.3	3	56.85
Dec	38.7	40.3	1.1	154	0.66	26.6	0.3	3	56.85
Jan	43.6	48.05	1.1	154	0.98	47.09	3.5	35	663.25
Fev	48.2	50.46	1.1	154	0.98	49.45	1.2	12	227.4
Mars	36.2	78.74	1.1	154	0.98	77.16	41.3	413	7826.35
Avr	36.2	100.2	1.1	154	0.98	98.19	63.5	635	12033.25
Mai	42	143.84	1.1	154	0.96	138.09	96.9	969	18362.55
<b>Juin</b>	<b>11.6</b>	<b>190.2</b>	<b>1.1</b>	<b>154</b>	<b>0.91</b>	<b>173.08</b>	<b>154.4</b>	<b>1544</b>	<b>29258.8</b>
Juill	3.8	227.85	1.1	154	0.83	189.12	153.2	1532	29031.4
Aout	11.2	219.79	1.1	154	0.6	131.87	119.7	1197	22683.15

**Tableau IV.15** : Calcul des besoins en eau pour l'abricote.

Mois	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z (m)	RFU (mm)	K <sub>c</sub>	ETM (mm)	B <sub>nette</sub> (mm)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> /ha)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> )
Sep	34.8	154.2	1.2	168	0.55	84.81	49.4	494	12844
Oct	29.1	88.67	1.2	168	0.55	48.67	20.7	207	5382
Nov	41.2	55.2	1.2	168	0.55	24.36	0		
Dec	38.7	40.3	1.2	168	0.55	22.16	0		
Jan	43.6	48.05	1.2	168	0.55	26.43	0		
Fev	48.2	50.46	1.2	168	0.55	27.75	0		
Mars	36.2	78.74	1.2	168	0.55	43.31	7.3	73	1898
Avr	36.2	100.2	1.2	168	0.59	59.12	44.0	440	11440
Mai	42	143.84	1.2	168	0.9	129.46	89.6	896	23296
Juin	11.6	190.2	1.2	168	0.87	165.47	155.6	1556	40456
<b>Juill</b>	<b>3.8</b>	<b>227.85</b>	<b>1.2</b>	<b>168</b>	<b>0.81</b>	<b>184.56</b>	<b>166.7</b>	<b>1667</b>	<b>43342</b>
Aout	11.2	219.79	1.2	168	0.81	178.03	107.2	1072	27872

**Tableau IV.16** : Calcul des besoins en eau pour l'Olivers.

Mois	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	Z (m)	RFU (mm)	K <sub>c</sub>	ETM (mm)	B <sub>nette</sub> (mm)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> /ha)	B <sub>nette</sub> (m <sup>3</sup> )
Sep	34.8	154.2	1.2	168	0.78	120.28	83.8	838	<b>11941.5</b>
Oct	29.1	88.67	1.2	168	0.76	67.39	38.7	387	5514.75
Nov	41.2	55.2	1.2	168	0.74	40.85	0.00		
Dec	38.7	40.3	1.2	168			0.00		
Jan	43.6	48.05	1.2	168			0.00		
Fev	48.2	50.46	1.2	168			0.00		
Mars	36.2	78.74	1.2	168	0.65	51.18	12.8	128	1824

Avr	36.2	100.2	1.2	168	0.66	66.13	32.6	326	4617
Mai	42	143.84	1.2	168	0.71	102.13	63.5	635	9048.75
Juin	11.6	190.2	1.2	168	0.75	142.65	132.8	1328	18924
Juill	3.8	227.85	1.2	168	0.79	<b>221.01</b>	<b>174.0</b>	<b>1740</b>	<b>24795</b>
<b>Aout</b>	<b>11.2</b>	<b>219.79</b>	<b>1.2</b>	<b>168</b>	<b>0.79</b>	<b>173.63</b>	<b>160.5</b>	<b>1605</b>	<b>22871.25</b>

#### IV.1.8. Calcul des besoins en eau pour les assolements :

Tableau IV.17 : Récapitulatif des besoins nets (m<sup>3</sup>) pour l'assolement 1.

CULTUR	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Jun
<b>Blé dur</b>			25293.8	48656.3	<b>78124.2</b>	72330.3
<b>Blé Tendre</b>		19812	27787.6	41148	<b>50698.4</b>	24485.6
<b>Orge Gain</b>			12102.35	23030.8	<b>36810.15</b>	28984.15
<b>Vesce avoine</b>	98.6	394.4	12965.9	19867.9	<b>10032.55</b>	1676.2
<b>Pomme de Terre</b>	1279.25	526.75	602			
<b>Courgette</b>			680	3196	<b>14705</b>	28118
<b>Olivier</b>			1824	4617	<b>9048.75</b>	18924
<b>Abricote</b>			1898	11440	<b>23296</b>	40456
<b>Pommier</b>	663.25	227.4	7826.35	12033.25	<b>18362.55</b>	29258.8
<b>Totale</b>	2041.1	20960.55	90980	163989.25	<b>241077.6</b>	240021.25

CULTUR	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
<b>Blé dur</b>				1676.2		
<b>Blé tendre</b>						
<b>Orge Gain</b>						

<b>Vesce avoine</b>						
<b>Pomme de Terre</b>						440.75
<b>Courgette</b>	19040					
<b>Olivier</b>	24795	22871.25	11941.5	5514.75		
<b>Abricote</b>	43342	27872	12844	5382		
<b>Pommier</b>	29031.4	22683.15	10839.4	4718.55	56.85	56.85
<b>Totale</b>	116208.4	73426.4	35624.9	17291.5	56.85	497.6

**Tableau IV.18** : Récapitulatif des besoins nets (m<sup>3</sup>) pour l'assolement 2.

<b>CULTUR</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>
<b>Blé dur</b>		18812	26767.6	42138	<b>52618.4</b>	23435.6
<b>Orge Vert</b>			24787.6	43148	<b>64637</b>	65453
<b>Sorgho</b>			12102.35	23030.8	<b>36810.15</b>	28984.15
<b>Vesce avoine</b>	120	291.5	20001.7	19567.9	<b>12032.55</b>	1676.2
<b>Pomme de Terre</b>	1279.25	526.75	602			
<b>Petit pois</b>	7538.8	3800.3				
<b>Olivier</b>			1824	4617	<b>8050.75</b>	18924
<b>Abricote</b>			1898	11440	<b>23296</b>	40456
<b>Pommier</b>	663.25	227.4	7826.35	12033.25	<b>16362.55</b>	29258.8

<b>Totale</b>	9600.8	23657.65	91687	174563.25	<b>223421.6</b>	221061.22
---------------	--------	----------	-------	-----------	-----------------	-----------

<b>CULTUR</b>	<b>Juillet</b>	<b>Aout</b>	<b>Septembre</b>	<b>Octobre</b>	<b>Novembre</b>	<b>Décembre</b>
<b>Blé dur</b>				2545.2		
<b>Orge Vert</b>						
<b>Sorgho</b>						
<b>Vesce avoine</b>						
<b>Pomme de Terre</b>						543.34
<b>Petit pois</b>						2476
<b>Olivier</b>	<b>24795</b>	<b>22871.25</b>	<b>11941.5</b>	5514.75		
<b>Abricote</b>	<b>43342</b>	<b>27872</b>	<b>12844</b>	<b>5382</b>		
<b>Pommier</b>	<b>29031.4</b>	<b>22683.15</b>	<b>10839.4</b>	4718.55	56.85	56.85
<b>Totale</b>	116208.4	73426.4	35624.9	18300.5	56.85	3075.19

#### IV.2. Calcul de débit spécifique :

Les débits spécifiques sont calculés par la méthode des besoins de pointe de chaque culture, qui ont été évalués à partir de la répartition des cultures.

Donc on calcule le débit par la formule suivant

$$Q_s = \frac{B_{net} \times 10 \times 1000}{N_i \times N_j \times E_i \times 3600} \dots \dots \dots (IV.6)$$

Nous calculons les besoins en eau pour l'assolement 1le plus exigeant :

Selon l'assolement 1, le mois de pointe est Mai avec des besoins de 241 077.6 m<sup>3</sup> sur une surface de 252.65ha.

Le calcul est fait avec :

Une efficience de 0.95 pour le réseau de distribution et 0.74 au niveau de la parcelle.

Le nombre des jours d'irrigation : 25 jours /mois

Le nombre d'heures d'irrigation : 18 heures / jour

$$Q_{sp} = 0,73 \text{ L/s/ha}$$

Le débit spécifique obtenu est inférieur à 1,5 et il n'y a aucun risque de surdimensionnement des conduites.

### IV.3. Calcul de débit caractéristique :

Le calcul de débit caractéristique est calculé par méthode suivants :

$$Q_c = q_{sp} * Stot \dots \dots \dots (IV.7)$$

**Qsp** : Débit spécifique du mois de pointe en litres par seconde par hectare (L/s/ha),

**Stot** : La superficie nette à irriguer  $Stot=252.65$  ha.

$$Q_c = 0.73 * 252.65$$

$$Q_c = 184.4 \text{ (L/s)}$$

### IV.4. Estimation des volumes d'eau d'irrigation :

L'estimation des volumes d'eau d'irrigation permet de prévoir les volumes d'eau stockés dans la retenue et d'effectuer un meilleur calendrier d'arrosage.

**Le volume d'eau** = besoin brute de la culture (m<sup>3</sup>) \* la surface de la culture. .... (IV.7)

**Tableau IV.19** : Estimation des volumes d'eau d'irrigation.

CULTURE	SURFACE	Besoins Nette	Besoins Total
Blé dur	62.3	226080.8	301441.06
Blé tendre	50.8	163931.6	218575.46
Orge Gain	27.95	100927.45	134569.93
Vesce avoine	24.65	45035.55	60047.4
Pomme de Terre	10.75	2848.75	3798.33
Courgette	17	65739	87652
Abricote	18.95	99536.25	132715
Olivier	26	65122.5	86830
Pommier	14.25	135757.8	181010.4

---

<b>La somme</b>	252.65	904979.7	<b>1 206 639.58</b>
-----------------	--------	----------	---------------------

D'après le tableau, Le volume totale d'eau du périmètre a été de **1 250 000 m<sup>3</sup>**

#### **IV.5. Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons d'abord calculé l'évapotranspiration de référence, qui constitue l'équation fondamentale pour évaluer les besoins en eau. Ensuite, en suivant un scénario d'occupation du sol approprié à la zone d'étude, nous avons sélectionné les cultures adaptées. Nous avons ainsi déterminé les besoins en eau spécifiques à chaque culture et estimé que les volumes d'eau d'irrigation nécessaires pour notre périmètre s'élèvent à environ 1 250 000 m<sup>3</sup>.

Le volume régulées de barrage après du calcules les apporte est 8 hm<sup>3</sup>. Donc les eaux de barrage est suffisance et approprie pour l'irrigation.

# Chapitre V

## Etude de système d'adduction-distribution

## Chapitre V : Etude du système d'adduction-distribution

### V. Introduction :

Le but de cette partie d'étude est de définir sur la base des données existantes et de la comparaison technique, les caractéristiques du système d'adduction pour l'irrigation des parcelles des aires à irriguer.

Compte tenu de l'importance de la dotation pour l'arrosage du périmètre d'extension 885ha et de la division du périmètre en quatre secteurs, nous avons effectué un travail complémentaire en calculant tous les secteurs.

#### V.1. Alimentation en eau du périmètre :

Notre périmètre d'irrigation sera alimenté par l'eau du barrage vers un réservoir d'eau d'une capacité de 10000 m<sup>3</sup>.

Il a été alloué à l'irrigation de plus de 885 HA.

##### V.1.1. Réseau d'adduction

##### V.1.1.1. Barrage vers station de pompage :

Les altitudes des périmètres est supérieur à celle de prise de barrage. Donc il nécessite une station de pompage.



**FigureV.1** : Schéma d'adduction Barrage vers station de pompage

**V.1.1.2. Calcul le débit évacue par la prise d'eau :**

Le débit évacue par la prise d'eau du barrage est satisfaisant pour débiter les besoins de périmètre existant :

$$Q = \mu \cdot S \cdot \sqrt{2g \cdot H} \quad \dots\dots\dots (V.1)$$

**Les données**

Diamètre de la conduite 800 mm

$\mu$  : Coefficient de débit = 0.4-06

H : hauteur d'eau d'environ 10m pour le niveau bas

g : 9.81m/s

**AN :**

$$Q = 0.40 \cdot (3.14 \cdot 0.4^2) \cdot (2 \cdot 9.81 \cdot 10)^{0.5}$$

$$Q = 1447.59 \text{ l/s}$$

**Calcul du diamètre avantageux**

$$D = \sqrt{Q} \quad \dots\dots\dots (V.2)$$

$$D = \sqrt{1.447} = 1.20 \text{ m}$$

Le diamètre avantageux 1200 mm sur linéaire de 650 m.

**V.1.1.3. Chambre de vanne :**

Nous projetterons un piquage avec un TES Y dans la conduite existante de diamètre 1000 mm avant la chambre de vanne existant (ONID) (dans la conduite 1000mm) est prolongé la conduite de diamètre 1200 mm d'environ 650 m une autre chambre de vanne (zone Souagui par pompage).



**Figure V.2:** Schéma d'adduction Barrage vers station de pompage

#### **V.1.1.4. Périmètre Souagui :**

Les altitudes des de périmètres de Souagui alliant entre 800 m et 900 m donc pour l'irrigation de ce dernier il faut un refoulement vers un stockage sur le niveau 925 m et puis une distribution vers les périmètres.

#### **V.2. Variante d'aménagement du périmètre d'étude :**

Pour le choix des variantes, notre choix est abouti pour la première variante, pour les raisons suivantes :

Évite les terrains agricoles prives non inclus de périmètre d'irrigation

Suivi les piste est route existant :

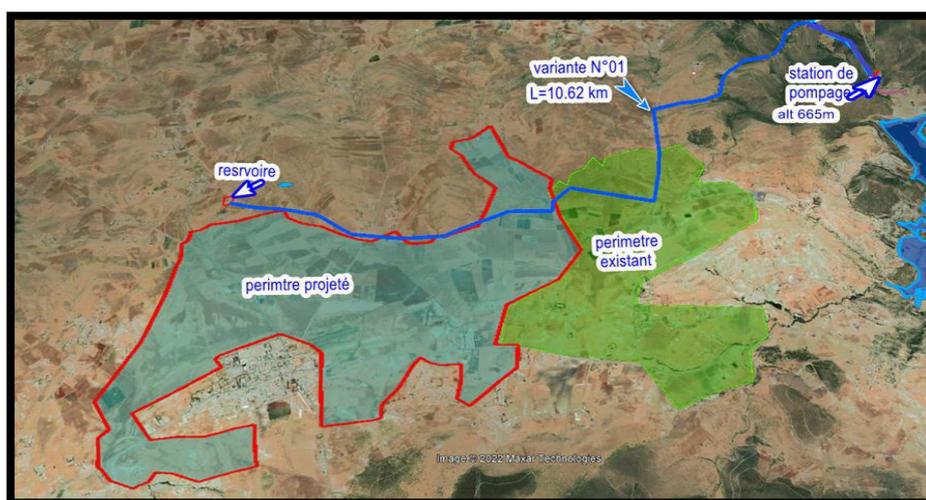
##### **Variant N°01 :**

On propose dans cette variante (n°01) la trajectoire de l'adduction de station pompage vers réservoir la commune de Souagui, nous avons basé sur les pistes le terrain domaine public ainsi l'itinéraire d'ancien périmètre.

\*Altitude de station de pompage = 665 m

\*Altitude de réservoir = 925 m

\*Linéaire 10.62 km



**FigureV.3 :** Schéma d'adduction Barrage vers station de pompage.

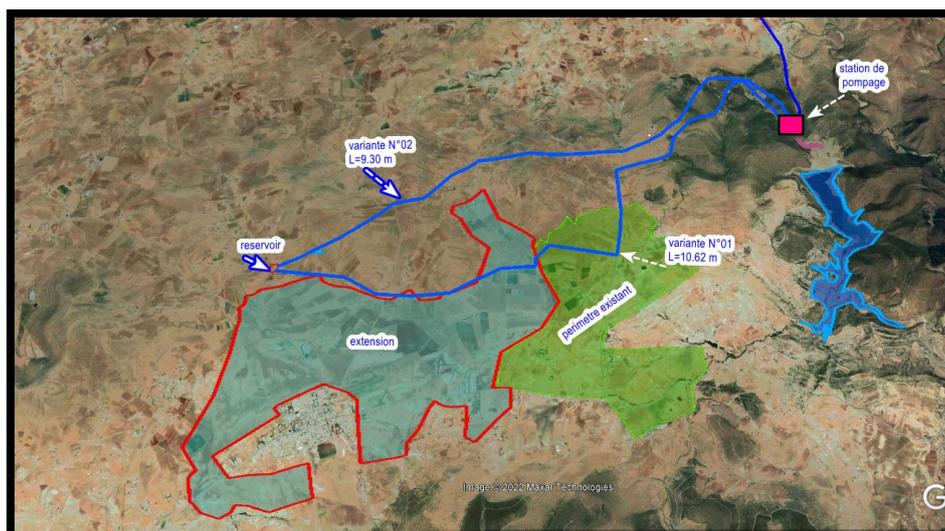
### Variante N°02 :

On propose dans cette variante (n°02) la trajectoire de l'adduction de station pompage vers réservoir la commune de Souagui, nous avons basé l'itinéraire plus court, mais il traverse les terrains agricoles privé.

\*Altitude de station de pompage = 665 m.

\* Altitude de réservoir = 925.

\*Linéaire 9.30 km.



**FigureV.4 :** Schéma d'adduction Barrage vers station de pompage

### V.2.1. Dimensionnement de la Conduits d'adduction station de pompage – (réservoir de Souagui) :

Le débit de la partie de Souagui est

$$Q = qs * s \dots\dots\dots (V.3)$$

$$Q = 0.73 * 885 = 646.05 \text{ l/s}$$

#### V.2.1.1. Calcul du diamètre économique station de pompage – (réservoir) :

Pour le calcul on utilise la formule de BONIN :

$$D = \sqrt[4]{Q} \dots\dots\dots (V.4)$$

$$D = \sqrt[4]{0.646} = 0.8 \text{ m}$$

Alors on choisit pour DN

**(600-800 -1000) mm**

#### V.2.1.2. Calcul les pertes de charges et les vitesses pour les diamètres :

On utilise l'abaque des pertes de charge pour les conduites pour déterminer les vitesses et les pertes de charge (voir annexe)

Alt station de pompage=665 m

Alt réservoir = 925 m

L = 10.62 km

**TableauV.1 : Calcul les pertes de charges et les vitesses.**

Diamètre (mm)	DN 600 mm	DN 800 mm	DN 1000 mm
Vitesses (M/S)	2.29	1.29	0.82
Perte de charge (m)	98.25	18.73	6.10

#### a) Calcul de la HMT (Hauteur Manométrique Total) :

$$HMT = H_g + H_T \dots\dots\dots (V.5)$$

Avec :

HMT : hauteur manométrique totale (m)

H<sub>g</sub> : Hauteur géométrique (m)

$H_T$  : perte de charge totale (m)

**b) Calcul de Hauteur géométrique :**

$$H_g = \nabla_{tp} - \nabla_{stp} \dots \dots \dots (V.6)$$

$\nabla_{tp}$  : niveau de réservoir = 925.00 m

$\nabla_{stp}$  : niveau de station de pompage=665.00 m

Donc :  $H_g = 925 - 665 = 260$  m

**Tableau V.2 :** Calcul de la Hauteur Manométrique Total.

Diamètre (mm)	DN 600 mm	DN 800 mm	DN 1000 mm
Hg (m)	260	260	260
HMT (m)	358.25	278.73	266.10

**c) Calcul le cout de chaque diamètre pour les différents matériaux :**

**Tableau V.3 :** le cout de chaque diamètre.

Diamètre (mm)	DN 600 mm	DN 800 mm	DN 1000 mm
Coût (DA) en acier	424 000 000	<b>477 000 000</b>	530 000 000
Coût (DA) en PRV	378 420 000	583 000 000	756 840 000
Coût (DA) en PEHD	424 000 000	636 000 000	*

**Interprétation :**

D'après l'étude technico-économique de chaque diamètre et chaque matériau nous opte pour le diamètre **800 mm** en acier et de **Débit 646.05 l/s HMT = 280 m**.

**V.2.2. Etude de système pompage :**

Le système de pompage en irrigation désigne une collection de dispositifs et d'outils spécifiquement mis en place pour extraire l'eau d'une source, qu'elle soit issue d'un puits, d'une rivière ou d'un réservoir, et la transférer vers des zones agricoles ou des réseaux d'irrigation. L'objectif principal de ce système est d'assurer l'approvisionnement en eau requis pour les cultures et d'assurer une répartition adéquate dans les champs cultivés.

Le système de pompage en irrigation comprend généralement les éléments suivants :

- \* **La pompe** constitue l'élément central du dispositif de pompage.
- \* **La source d'eau** peut prendre diverses formes telles qu'un puits, une rivière, un lac ou tout autre réservoir d'eau situé à proximité de la zone à irriguer.
- \* **Les conduites et les tuyaux** servent au transport de l'eau depuis la source vers les champs ou les réseaux d'irrigation.
- \* **Un réservoir de stockage** est parfois utilisé pour entreposer l'eau pompée avant sa distribution dans les champs.
- \* **Un système de contrôle** peut être intégré pour superviser le fonctionnement de la pompe et réguler des paramètres tels que la pression de l'eau, le débit et la température.

#### **Types des pompes utilisés :**

Les pompes axiales, à écoulement radial ; les pompes semi axiales :

- \* **Les pompes axiales** sont des types de pompes à hélice où les pales sont configurées selon des surfaces inclinées. Elles sont idéales pour le pompage de larges volumes d'eau à travers de faibles élévations.
- \* **Les pompes semi-axiales** sont spécialement conçues pour pomper d'importants débits sur de faibles hauteurs tout en maintenant les vitesses d'entrée à des niveaux bas. En raison de la faible hauteur de refoulement, ces pompes hélico-centrifuges nécessitent des dimensions conséquentes malgré un diamètre de sortie relativement réduit.
- \* **Les pompes à écoulement radial** sont des pompes centrifuges conventionnelles. Elles sont utilisées pour le pompage de faibles débits sur des hauteurs importantes. La hauteur de refoulement augmente proportionnellement au diamètre externe de la roue. Dans ce cas, le flux est radial et les pales adoptent des surfaces planes.

#### **V.2.3. Matériaux de construction des canalisations :**

Les choix des matériaux pour les canalisations dépendent de divers facteurs tels que la capacité à supporter la pression, la résistance aux conditions environnementales agressives, des considérations économiques (coût et disponibilité sur le marché local, ainsi que leur production en Algérie) et la compatibilité avec les équipements annexes (joints, coudes, vannes, etc.).

Parmi les matériaux couramment utilisés, on trouve la fonte, le PEHD (polyéthylène haute densité), le PVC et l'acier.

**A) Conduite en PEHD :**

Ces tuyaux présentent plusieurs avantages :

- Ils sont légers et simples à découper.
- Ils offrent de bonnes propriétés hydrauliques.
- Ils sont facilement disponibles sur le marché et leur installation est aisée.
- Ils sont relativement économiques.

Cependant, un inconvénient majeur est le risque de rupture en cas de mauvaise soudure.

**B) Conduite en Fonte :**

La fonte présente plusieurs avantages :

- Elle offre une résistance notable aux forces internes.
- Elle est hautement résistante à la corrosion.
- Sa rigidité et sa solidité sont remarquables.

Cependant, son principal inconvénient réside dans un coût relativement élevé.

**C) Conduite en Acier :**

Les tuyaux en acier ont leurs propres avantages :

- Ils sont plus légers que la fonte, ce qui réduit les coûts de transport et d'installation.
- Ils résistent bien aux contraintes telles que les chocs et l'écrasement.

Toutefois, un inconvénient majeur est le risque de corrosion.

**D) Conduite en PVC :**

Le PVC présente divers avantages :

- Il résiste bien à la corrosion.
- Il est largement disponible sur le marché.
- Son installation en tant que canalisation est aisée.

Toutefois, il peut présenter un risque de rupture.

En somme, le choix du matériau pour les canalisations dépend d'un équilibre entre les caractéristiques techniques requises, la durabilité, les contraintes économiques et la facilité d'installation, tout en tenant compte des risques potentiels liés à chaque matériau.

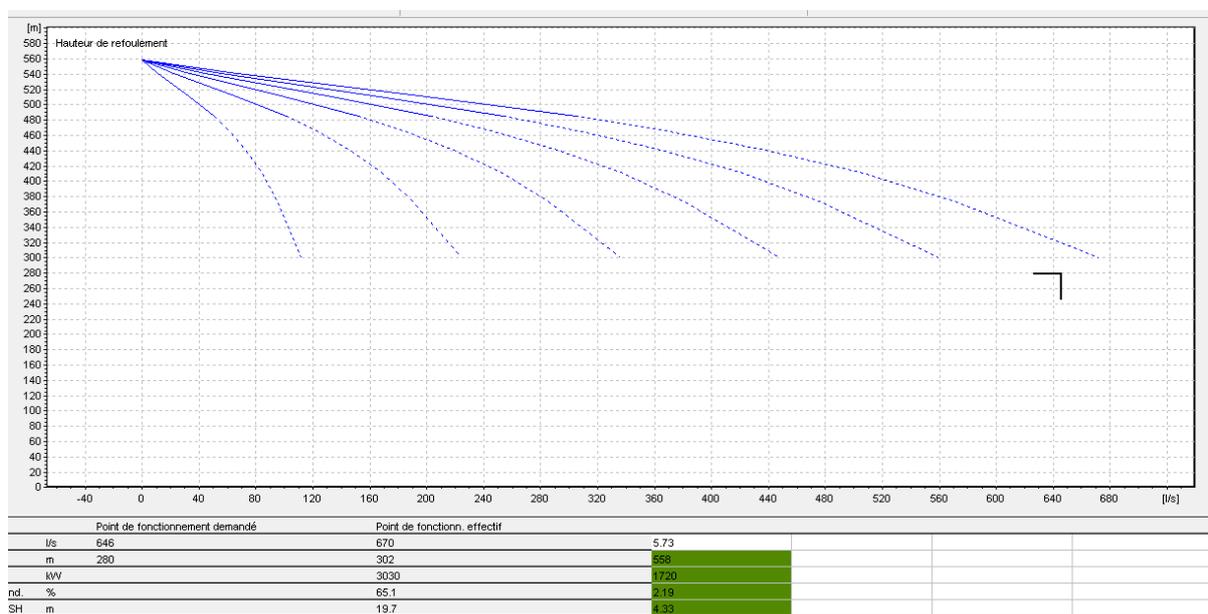
**V.2.4. Dimensionnement de la station de pompage :**

Conformément à la variante d'adduction adaptée, la solution retenue prévoit une alimentation indépendante de la partie de la zone de **Souagui** , par pompage à l'aval du barrage Beni Sliman, puis refoulée dans un réseau de conduites **DN 800mm** en acier enterrées aboutissant au réservoir à ciel ouvert de type enterré, placé sur la colline dominante, sur la limite nord de périmètre EAC 07. Et qui assurera la distribution de l'eau dans tous secteurs périmètre d'irrigation.

Dimensionnement de la station de pompage

On a un débit Q = **646.05 l/s** HMT = **280 m**

En utilise le logiciel de calcul



**Figure V.5:** Représentation de la courbe de point de fonctionnement.

Dans la raison de variation de débit de mois et d'autre et des déférents scénarios on a choisi :

**6 pompes en parallèles + une pompe de secours,**

Le débit de chaque pompe (646.05/6) est 107.67 l/s.

**V.2.4.1. Le coup de bélier :**

**1) Calcul de la célérité d'ondes :**

Les ondes de dépression et de surpression, générées par le coup de bélier sont caractérisées par une vitesse de propagation (célérité), donnée par la formule d'ALLIEVI :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{D}{e}}} \quad [\text{m/s}] \quad \dots\dots\dots (\text{V.7})$$

Où D : diamètre intérieur de la conduite en (m).

$e$  : épaisseur du tuyau en (m).

$K$  : coefficient dépendant du matériau constituant la canalisation.

**Tableau V.4 : Valeurs du coefficient K.**

Matériau	K
Acier	0,5
Fonte	1
Béton	5
Amiante ciment	4
PVC	33
PEHD	83
PRV	8

2) **Valeur numérique du coup de bélier :**

**Valeur maximale du coup de bélier :**

$$B = \pm \frac{aV_0}{g} \text{ [m]} \dots\dots\dots (\text{V.8})$$

$a$  : célérité d'onde (m/s)

$g$  : accélération de la pesanteur (m/s<sup>2</sup>).

$V_0$  : Vitesse d'écoulement de l'eau en régime normal (m/s)

**Valeur de la surpression :**

$$H_{\max} = Hg + \frac{aV_0}{g} \dots\dots\dots (\text{V.9})$$

**Valeur de la dépression :**

$$H_{\min} = Hg - \frac{aV_0}{g} \dots\dots\dots (\text{V.10})$$

Les résultats de calcul sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau V.5:** la déférente valeur de calcul.

<b>D</b>	<b>L</b>	<b>e</b>	<b>K</b>	<b>a</b>	<b>V<sub>0</sub></b>	<b>H<sub>g</sub></b>	<b>B</b>	<b>H<sub>max</sub></b>	<b>H<sub>min</sub></b>
mm	m	mm		m/s	m/s	m	m	m	m
800	10600	20	0.5	1197.92	1.29	260	157.52	417.52	102.47

### 3) Calcul simplifié du réservoir d'air :

Le calcul est basé sur l'abaque de VIBERT qui donne le volume  $U_0$  de l'air contenu dans la cloche sous un régime de marche à la vitesse  $V_0$ .

En marche normale les caractéristiques de l'air dans le réservoir sont données par  $Z_0$ ,  $Z_{\min}$  et  $Z_{\max}$ .

$Z_0$  : pression absolue (hauteur géométrique de refoulement +10 m).

$Z_{\min}$  : pression absolue relative à la dépression.

$Z_{\max}$  : pression absolue relative à la surpression.

L'expression donnant  $U_0$  est la suivante :

$$U_0 = \frac{V_0^2}{2gZ_0} \cdot \frac{LS}{f(Z/Z_0)} \dots\dots\dots (V.11)$$

$U_0$  : volume de l'air en  $m^3$ .

$V_0$  : Vitesse d'écoulement m /s.

$L$  : longueur de la conduite en m.

$S$  : section de la conduite en m.

Pour notre cas :  $S=0.50 \text{ m}^2$ .

La charge tenant compte du coup de bélier :

$$H_g + \frac{aV_0}{g} = 417.52$$

La charge statique absolue :

$$Z_0 = H_g + 10 = 270 \text{ m.}$$

La charge maximale absolue :

$$M_{ax} = Hg + \frac{aV_0}{g} + 10 = 427.52 \text{ m}$$

$$\frac{Z \text{ max}}{Z_0} = \frac{427.52}{270} = 1.58$$

$$h_0 = \frac{V_0^2}{2g} = 0,080m$$

$$\frac{h_0}{Z_0} = 0,0003$$

On utilise l'Abaque de VIBERT :

$$\frac{U_0}{LS} = 5 * 10^{-3} \Rightarrow U_0 = LS . 5 . 10^{-3} = 26.62m^3 \dots\dots\dots (V.12)$$

Et 
$$\frac{Z \text{ min}}{Z_0} = 0,69 \Rightarrow Z \text{ min} = 186.30m$$

$$U_0 Z_0 = U \text{ max } Z \text{ min} \Rightarrow U \text{ max} = \frac{U_0 Z_0}{Z \text{ min}} = 40m^3 = 40000litres$$

Donc on place un réservoir anti bélier de volume 40 000 litres.

Anti bélier de volume 40 000 litres

**V.2.5. Le Réservoir :**

La capacité de stockage des réservoirs de compensation sera définie par la formule suivante :

$$V = Q * T \dots\dots\dots (V.12)$$

Avec :

$Q$  : Débit de pointe en m3/s.

$T$  : Heures de pointe en seconde  $\approx 4heures$

Les volumes de ce réservoir sont regroupés dans le tableau, présenté ci-dessous :

**TableauV.6 : Capacité de rétention des réservoirs.**

DESIGNATION	Réservoir
Débit (l/s)	646.05
Capacité de stockage (m3)	9303.12
Capacité de stockage retenue (m3)	<b>10000</b>

Les dimensions initiales totale  $L=100m * 50m * 2.5m$

### **V.2.6. Réseau de distribution :**

D'une manière très générale, les réseaux d'irrigation à surface libre ou sous pression ont une structure arborescente avec un point d'alimentation et de nombreux points de dessertes.

Pour la zone Souagui nous avons quatre (04) secteurs, dans ce cas la variante retenue, d'alimenté chaque secteur avec un l'ossature séparé dans la raison de facilité la gestion, est diminué le diamètre de la conduite maitresse, placé des Equipment hydromécanique à chaque tête de secteur (vanne débit mètre.... etc.).

#### **V.2.6.1. Organisation et structure du périmètre :**

La structure d'un périmètre permet de mieux organiser le réseau d'adduction de distribution De l'irrigation au niveau des parcelles. Le périmètre de Souagui est situé en aval du barrage OUED MELH.

#### **Le premier secteur qui a étudié :**

Est divisé en 23 ilots qui varient de 2.3ha à plus de 62ha, la surface totale est de 252.65 ha.

#### **Les autres secteurs :**

Sont divisé en ilots qui varient de 2 ha à plus de 66 ha, la surface totale est de 632.35ha.

#### **V.2.6.2. Ilots et bornes d'irrigation :**

Le terme "ilot d'irrigation" désigne l'unité hydro-agricole alimentée par une borne d'irrigation. La structuration d'un périmètre en ilots résulte d'un compromis entre plusieurs facteurs tels que la topographie, les considérations technico-économiques, la taille et le nombre de parcelles, entre autres.

En règle générale, pour les zones d'exploitations de petite et moyenne envergure, on préconise que l'implantation des bornes réponde aux critères suivants :

- Une borne par ilot d'exploitation ;
- Un maximum de quatre (04) prises par borne ;
- Les bornes sont positionnées soit en périphérie des ilots, soit au centre pour les ilots de grande taille.

**V.2.6.3. Rôle et fonction de la borne d'irrigation :**

La borne d'irrigation représente l'élément hydraulique chargé de délivrer de l'eau sous pression aux agriculteurs à partir d'un réseau collectif de distribution. Chaque ilot sera pourvu d'une borne d'irrigation comprenant une ou plusieurs sorties (prises), en fonction du nombre d'arrosages qu'elle doit simultanément gérer. Chaque borne, voire chaque prise, doit remplir toutes les fonctions d'une prise, à savoir :

- Réguler le débit, en le limitant précisément au débit requis pour l'ilot.
- Régler la pression et encaisser les suppressions accidentelles.

**V.2.6.4. Calcul hydraulique des bornes :**

La caractéristique hydraulique des bornes dépend de son débit à délivrer en tête des parcelles.

Le débit de chaque borne pouvant desservir un ilot est formulé comme suit :

$$Q_b = q_s \cdot S \dots\dots\dots (V.13)$$

Avec :

$Q_b$ : débit de borne

$q_s$  : débit spécifique .

$S$  Superficie de l'ilot (ha)

**V.2.6.5. Choix du diamètre de la borne :**

Les diamètres des bornes en fonction des débits sont détaillés comme suit :

**Tableau V.7:** Choix du diamètre de la borne.

Débit fourni	Diamètre de la borne
5 l/s < Q < 8 l/s	D= 80mm
8 l/s < Q < 11 l/s	D= 100mm
11 l/s < Q < 20 l/s	D= 125mm

TYPES		
Types	DN (mm) entrée	DN (mm) sortie
A2	80 – 100 – 150	2 * DN 65
A4	80 – 100 – 150	4 * DN 65
B2	80 – 100 - 150	2 * DN 100
C	80 – 100 - 150	1 * DN 100/150

**Figure V.6 :** Les types de chaque borne d'irrigation.

Le choix du type de borne dépend de la superficie. Généralement, on considère les critères suivants :

- Pour les ilots comprenant entre 4 et 8 parcelles, et dont la superficie est inférieure à 15 hectares, on utilise la borne à quatre prises (Borne de type A4).
- Pour les ilots comprenant deux parcelles et dont la superficie est inférieure à 15 hectares, on opte pour la borne à deux prises (Borne de type A2).
- Si les ilots comprennent deux parcelles et que leur superficie excède 15 hectares, on utilise également la borne à deux prises (Borne de type B).
- Pour les grands ilots, des bornes de type C sont prévues.

**Tableau V.8 :** Les débits des ilots et les diamètres des bornes.

Ilots	Superficie (ha)	Parcelles	Superficies (ha)	$Q_p$ (l/s/ha)	$Q_b$ (l/s)	Matériau	Diamètre (mm)	Type Borne
SG1	25	P1bis	12.5	9.125	11.85	Fonte	100	B
		P1	12.5	9.125		Fonte	100	B
SG2	2.3	P2	2.3	1.68	1.68	Fonte	65	A2
SG3	10	P3	10	7.3	7.3	Fonte	65	A2
SG4	13.5	P4	13.5	9.86	9.86	Fonte	65	A2
SG5	6.2	P5	6.2	4.53	4.53	Fonte	65	A2
SG6	5.8	P6	5.8	4.23	4.23	Fonte	65	A2

<b>SG7</b>	4.85	P7	4.85	4.23	4.23	Fonte	65	A2
<b>SG8</b>	1.7	P8	1.7	3.54	3.54	Fonte	65	A2
<b>SG9</b>	9.4	P9	9.4	1.24	1.24	Fonte	65	A2
<b>SG10</b>	4	P10	4	6.86	6.86	Fonte	65	A2
<b>SG11</b>	4.4	P11	4.4	2.92	2.92	Fonte	65	A2
<b>SG12</b>	6.8	P12	6.8	3.21	3.21	Fonte	65	A2
<b>SG13</b>	9.45	P13	9.45	4.96	4.96	Fonte	65	A2
<b>SG14</b>	3.25	P14	3.25	6.90	6.90	Fonte	65	A2
<b>SG15</b>	62.3	P15	20.76	15.00	45.48	Fonte	100	B
		P15a	20.76	15.00			100	B
		P15b	20.78	15.48			100	B
<b>SG16</b>	11	P16	11	45.48	45.48	Fonte	65	A2
<b>SG17</b>	17	P17	17	8.03	8.03	Fonte	65	A2
<b>SG18</b>	10.75	P18	10.75	12.41	12.41	Fonte	65	A2
<b>SG19</b>	11	P19	11	7.85	7.85	Fonte	65	A2
<b>SG20</b>	15	P20	15	10.95	8.03	Fonte	65	A2
<b>SG21</b>	13.7	P21	13.7	10.00	10.00	Fonte	65	A2
<b>SG22</b>	5.25	P22	5.25	3.83	3.83	Fonte	65	A2

V.2.6.6. Simulation du réseau :

La simulation de réseau d'irrigation nous avons utilisé le logiciel Epanet :

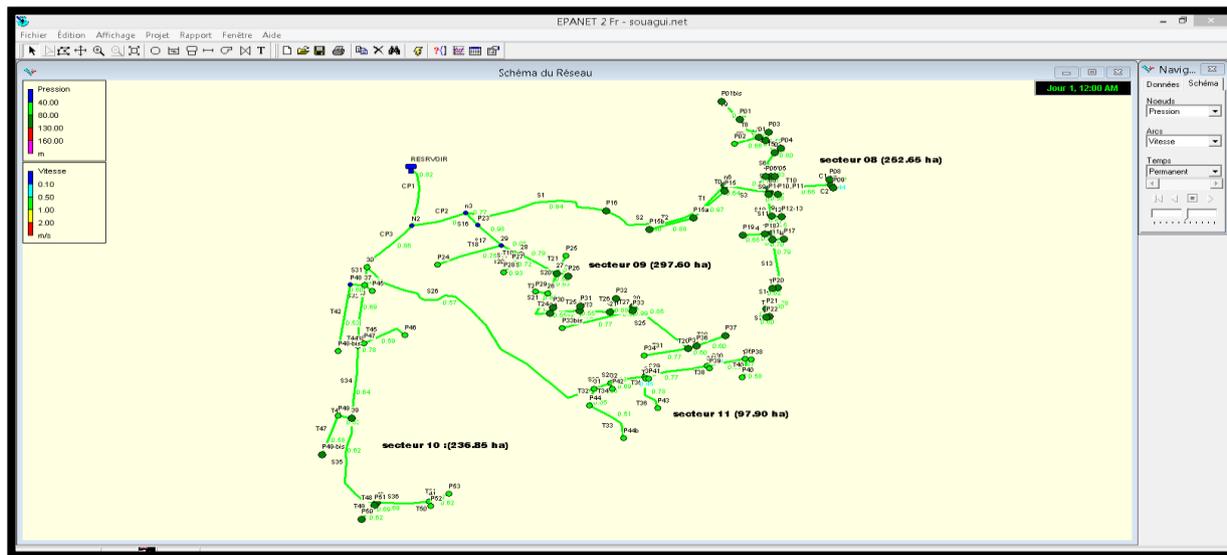


Figure V.7 : La simulation de réseau d'irrigation.

Les résultats de chaque nœud est présenté par le tableau suivant :

Tableau V.9 : Les résultats de chaque nœud pour tous les secteurs.

LES NŒUDS	Altitude	Demande Base	Pression	LES NŒUDS	Altitude	Demande Base	Pression
	m	LPS	m	ID Noeud	m	LPS	m
<b>Réservoir</b>	925			Noeud 20	830.19	0	63.85
Noeud N2	890.52	0	26.22	Noeud P35	835.88	1.46	55.54
Noeud n3	898	0	28.49	Noeud P36	835.32	0.91	55.86
Noeud P16	837.1	8.03	37.83	Noeud P37	831.25	3.83	58.85
Noeud n6	838.44	0	45.14	Noeud P34	843.63	8.76	46.06
Noeud 07	818.02	0	35.32	Noeud P33	833.23	24.18	40.67
Noeud 05	818	0	35.29	Noeud P33bis	844.19	24.18	38.18
Noeud 04	821	0	65.13	Noeud P32	835.23	27.74	48.75
Noeud 03	824	0	58.55	Noeud P31	835.35	3.47	49.21

Noeud 02	825	0	47.02	Noeud P30	842.12	2.77	42.59
Noeud P01	840	9.125	41.5	Noeud P26	842.39	3.94	52.77
Noeud P14	817	2.37	66.33	Noeud P25	852.36	28.47	32.47
Noeud 9	812	0	71.22	Noeud P29	852.25	25.81	32.81
Noeud 10	811.73	0	61.24	Noeud 28	856.03	0	29.77
Noeud 11	810.67	0	67.25	Noeud P27	860.82	5.4	34.59
Noeud 12	826.79	0	34.87	Noeud P28	865.14	7.3	29.42
Noeud 13	831	0	39.87	Noeud P24	867.32	23.47	27.34
Noeud 14	834.68	0	35.87	Noeud 30	876.32	0	29.93
Noeud P01bis	840	9.125	30.5	Noeud 31	850.8	0	33.85
Noeud 01	830	0	51.87	Noeud 32	854.12	0	30.41
Noeud P02	850	5.22	30.96	Noeud 35	845.32	0	37.4
Noeud P03	822	7.3	59.78	Noeud 36	843.33	0	38.89
Noeud P04	820	9.86	62.26	Noeud P38	844.23	8.25	37.68
Noeud P05	819	4.53	60.04	Noeud P40	851.88	10.22	29.94
Noeud P06	822.52	4.23	60.49	Noeud P39	845.62	5.84	37.09
Noeud 06	807	0	64.62	Noeud 33	851.96	0	32.09
Noeud P08	807	1.24	64.44	Noeud 34	852.3	0	31.71
Noeud P09	805	6.86	67.35	Noeud P43	867.42	6.1	14.63
Noeud P10 ,P11	814	6.13	68.91	Noeud P41	856.18	3.5	27.77
Noeud P12-13	811	11.86	68.99	Noeud P42	855.23	5.44	39.02
Noeud P18	812.41	7.85	60.39	Noeud P44	858.26	16.12	36.15

Noeud P19	814.46	8.03	67.65	Noeud P44b	873.78	16	50.09
Noeud P17	809.15	12.41	70	Noeud 37	880.23	0	45.82
Noeud P20	826.92	10.95	44.64	Noeud 38	865.22	0	60.4
Noeud P21	832.98	10	47.79	Noeud 39	840.21	0	84.84
Noeud P22	831.21	3.83	49.24	Noeud 40	834.27	0	89.75
Noeud P15	835.15	15	48.38	Noeud 41	845.32	0	77.79
Noeud P15a	835.32	15	46.77	Noeud P53	854.12	10.88	68.57
Noeud P15b	835.52	15.48	44.86	Noeud P52	848.65	10.88	74.37
Noeud P23	888.32	25.55	18.07	Noeud P51	840.56	10.88	83.39
Noeud 29	886	0	10	Noeud P50	840.23	10.95	83.31
Noeud 27	845.35	0	50.14	Noeud P49	845.23	19	79.73
Noeud 26	849.58	0	55.78	Noeud P49-bis	834.96	18.23	49.4
Noeud 24	841.72	0	53.25	Noeud P47	863.23	36.5	62.29
Noeud 23	836.26	0	58.44	Noeud P46	861.98	18.43	62.94
Noeud 21	832.11	0	62.33	Noeud P45	875.33	18.25	50.6
				Noeud P48	895.5	9.46	30.36
				Noeud P48-bis	862.61	9.45	32.05

Tableau V.10 : Les résultats de chaque tuyau de secteur 01.

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Matériau	Rugosité	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
Tuyau CP1	594.3	1000	Acier	150	646.05	0.82
Tuyau CP2	445.5	800	Acier	150	401.67	0.8
Tuyau S1	1226	500	PEHD	150	184.43	0.94
Tuyau S2	1153	500	PEHD	150	176.4	0.9

Tuyau T0	50.95	300	PEHD	150	45.48	0.64
Tuyau T1	365.5	200	PEHD	150	30.48	0.97
Tuyau T2	375.4	150	PEHD	150	15.48	0.88
Tuyau S3	362.3	500	PEHD	150	130.92	0.67
Tuyau S4	27.37	300	PEHD	150	57.49	0.81
Tuyau T10	500	125	PEHD	150	8.1	0.66
Tuyau C1	50.6	63	PEHD	150	1.24	0.44
Tuyau C2	37.41	100	PEHD	150	6.86	0.87
Tuyau S5	119.6	300	PEHD	150	49.39	0.7
Tuyau T3	28.18	100	PEHD	150	4.53	0.58
Tuyau T4	41.44	100	PEHD	150	4.23	0.54
Tuyau S6	255.4	250	PEHD	150	40.63	0.83
Tuyau T5	62.02	125	PEHD	150	9.86	0.8
Tuyau S7	134.1	200	PEHD	150	30.77	0.98
Tuyau T6	84.31	125	PEHD	150	7.3	0.59
Tuyau S8	61	200	PEHD	150	23.47	0.75
Tuyau T7	207.9	100	PEHD	150	5.22	0.66
Tuyau T8	241.4	200	PEHD	150	18.25	0.58
Tuyau T9	240.7	125	PEHD	150	9.13	0.74
Tuyau S9	6.219	400	PEHD	150	73.43	0.58
Tuyau T11	71.53	100	PEHD	150	6.13	0.78
Tuyau S10	211.3	400	PEHD	150	64.93	0.52
Tuyau T12	80.78	150	PEHD	150	11.86	0.67
Tuyau S11	164.2	300	PEHD	150	53.07	0.75
Tuyau T13	35.95	150	PEHD	150	15.88	0.9
Tuyau T14	208.1	125	PEHD	150	8.03	0.65

Tuyau S12	59.99	300	PEHD	150	37.19	0.53
Tuyau T14a	91.19	150	PEHD	150	12.41	0.7
Tuyau S13	469.4	200	PEHD	150	24.78	0.79
Tuyau T15	44.73	150	PEHD	150	10.95	0.62
Tuyau S14	214.9	150	PEHD	150	13.83	0.78
Tuyau T16	19.4	125	PEHD	150	10	0.81
Tuyau S15	75.94	90	PEHD	150	3.83	0.6
Tuyau T17	26.01	90	PEHD	150	3.83	0.6

### V.3. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons entrepris la dimension des réseaux d'adduction et de distribution suite à l'analyse de diverses variantes.

Le secteur 01 est découpé en 22 ilots, alimentés chacun par une borne d'irrigation, le réseau d'adduction projeté est constitué par une conduite refoulement.

Nous avons initié le calcul hydraulique des canalisations dans la zone étudiée, ce processus nous a permis d'évaluer les pressions aux extrémités du réseau.

Les vitesses de l'eau dans le réseau de distribution varient entre 0.52 et 0.97 m/s. Ces valeurs de vitesse sont considérées comme optimales pour l'irrigation.

Les valeurs de pression obtenues sont satisfaisantes, dépassant les 11 bars, ce qui ouvre la possibilité d'intégrer des réseaux d'irrigation performants tels que l'aspersion et le goutte-à-goutte.

# Chapitre VI

## Les techniques d'irrigation

## **Chapitre VI : Les techniques d'irrigation**

### **VI. Introduction :**

Choisir le système d'irrigation adéquat a un impact significatif sur l'environnement et l'économie. Il est crucial d'adapter cette méthode en fonction du terrain, du type de végétation et des objectifs de culture afin d'optimiser la croissance des plantes tout en réduisant la consommation d'eau et les dépenses énergétiques. Une connaissance approfondie des avantages et des inconvénients des divers systèmes d'irrigation facilite le choix de celui qui répond le mieux aux besoins spécifiques du jardin.

#### **VI.1. Différentes techniques d'arrosages :**

Il existe trois catégories principales de techniques d'arrosage :

- L'irrigation gravitaire, également connue sous le nom d'irrigation de surface.
- L'irrigation par aspersion.
- L'irrigation localisée, souvent désignée sous le terme de micro-irrigation.

##### **VI.1.1. L'irrigation de surface :**

Cette méthode exige des quantités importantes d'eau par zone, étant basée sur la distribution de l'eau en suivant les variations du relief. Elle est ensuite subdivisée en :

###### **VI.1.1.1. L'irrigation par ruissellement :**

Cette technique implique l'écoulement de l'eau en surface du sol, permettant son infiltration verticale. On laisse l'eau s'écouler suffisamment de temps pour que le sol puisse s'humidifier jusqu'à la profondeur de sa couche active.



**FigureVI.1 : Irrigation par ruissèlement**

- **Les avantages :**
  - Les coûts d'équipement sont abordables ;
  - Il n'y a pas de nécessité de pressuriser l'eau ;
  - Possibilité de lessivage sans risque d'érosion ;
  - Le matériel d'irrigation est relativement simple.
  
- **Les inconvénients :**
  - Durée prolongée de l'irrigation ;
  - Obligation de nivèlement et d'entretien ;
  - Importantes pertes en eau.

#### **VI.1.1.2. L'irrigation par surpression :**

Cette méthode, parmi les plus anciennes, vise à élever le niveau de l'eau sur une parcelle aménagée en planches préalablement. Elle convient aux cultures ayant un fort besoin en eau. Elle ne requiert ni compétences techniques particulières ni équipement spécifique, ce qui en fait une option économique ne nécessitant pas de main-d'œuvre. Bien qu'elle offre une irrigation moins fréquente et facilite le lessivage des sols salins, elle demande des quantités d'eau substantielles et peut entraîner une asphyxie des racines.

- **Les avantages :**
  - Élimination des mauvaises herbes ;
  - Prévention des dommages causés par le gel.
  
- **Les inconvénients :**
  - Compactage du sol ;
  - Réduction de la porosité entraînant une diminution de la perméabilité ;
  - Requis d'un système de drainage pour purifier les eaux ;
  - Manque d'aération.

#### **VI.1.1.3. L'irrigation par infiltration :**

L'eau s'écoule dans les fossés, rigoles ou raies et s'infiltré latéralement dans le sol jusqu'aux racines des plantes.

- **Les avantages :**
  - Absence de risques d'érosion ou de formation de croûtes ;
  - Facilement accessible au terrain.

- **Les inconvénients :**
  - Important gaspillage d'eau ;
  - Besoin de main-d'œuvre.

### VI.1.2. L'irrigation par aspersion :

L'irrigation par aspersion imite l'apport d'eau aux cultures comme la pluie naturelle. L'eau est sous pression, souvent pompée, puis distribuée via un réseau de canalisations équipées de rampes d'arrosage munies d'asperseurs. Elle est éjectée sous forme de jets se transformant en gouttelettes pour arroser le sol. Le choix du système de pompage, des asperseurs, et une gestion appropriée sont essentiels pour une répartition uniforme de l'eau d'irrigation.



**Figure VI.1 :** Irrigation par aspersion

- **Les avantages :**
  - Adaptabilité à la plupart des cultures et des terrains ;
  - Moins de personnel requis que pour les méthodes d'irrigation par inondation ou ruissellement.
- **Les inconvénients :**
  - Très sensible aux effets du vent ;
  - Moins adaptée à l'eau salée ;
  - Coût initial et coût d'entretien plus élevés par rapport aux techniques d'irrigation par inondation ou ruissellement.

**VI.1.3. L'irrigation localisée (goutte à goutte) :**

L'irrigation goutte à goutte implique la pressurisation de l'eau dans un réseau de conduites, souvent en PVC. Cette eau est ensuite distribuée sous forme de gouttes dans les champs à travers de multiples goutteurs disposés le long des rangées de cultures. Cela permet d'humidifier spécifiquement la zone proche des racines des plantes. Ainsi, cette méthode offre une grande efficacité dans la répartition de l'eau. Cette technique est également connue sous le nom de micro-irrigation.



**Figure VI.3 :** Irrigation localisée (goutte à goutte).

- **Les avantages :**
  - Irrigation de précision ;
  - Efficacité accrue ;
  - Applicable sur tous types de sols ;
  - Adaptée aux environnements salins.
  
- **Les inconvénients :**
  - Investissement initial plus élevé ;
  - Requis de filtration de l'eau pour réduire le risque de blocage ;
  - Nécessité de personnel spécialisé.

**VI.2. Conclusion :**

Chaque méthode d'irrigation comporte des avantages et des inconvénients qui doivent être soigneusement examinés lors du choix de la méthode la mieux adaptée aux conditions locales telles que le climat, le type de sol, les besoins spécifiques des cultures et les ressources en eau disponibles sur place. Dans notre situation, nous avons choisi l'irrigation localisée pour les arbres fruitiers et l'irrigation de surface pour les autres cultures.

# Chapitre VII

## Dimensionnement à la parcelle

## Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

### VII. Introduction :

L'irrigation a connu différentes étapes de développement et il existe plusieurs systèmes d'irrigation. L'objectif de ce chapitre est de décrire les premières étapes du calcul des installations d'irrigation sur une parcelle, que ce soit pour l'irrigation ponctuelle ou par aspersion. Les calculs seront effectués sur un terrain typique.

#### VII.1. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par Aspersion :

Un système d'irrigation par aspersion a été installé sur la parcelle P3 (Îlot 3) couvrant une superficie de 2,3 hectares. La conception de ce réseau est établie à partir des informations fournies par la borne P3, et les pressions estimées pour cette station s'élèvent à environ 6,86 bars.

##### Les Données générales :

- **choix de la culture** : Blé DUR,
- **Temps de travail** : 20 heures par jour et 26 jours par mois,
- **Besoins de pointes** : 125.4 mm/mois pour le mois de mai,
- **Perméabilité du sol** : le sol est de texture Limoneux estimée de  $K=7$  mm/h.

##### VII.1.1. Calcule de la dose pratique RFU :

La valeur de RFU est calculée par la relation suivants :

$$\text{RFU} = Y (\text{Hcc} - \text{Hpf}) \cdot \text{Da} \cdot \text{Z} \dots\dots\dots(\text{VII.1})$$

Y : coefficient d'assèchement, équivalent à 2/3.

Da : densité apparente, égale à 1.4.

Z : profondeur d'enracinement en millimètres (60 cm).

Hcc : humidité à la capacité au champ (27%)

Hpf : humidité au point de flétrissement (17%).

AN.

$$\text{RFU} = 2/3 * (0.25 - 0.15) * 1.4 * 600 = 56 \text{ mm}$$

**VII.1.2. Dimensionnement théorique :****a) Le diamètre de l'ajutage :**

La perméabilité du sol  $K = 7$  est inférieure à 10 mm/h, ce qui permet une pluviométrie admissible. Selon la fiche technique (**Voir Annexe 4**), d'un arroseur de type Perrot, le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de 4.2 mm.

$$P = (1.5 \times d) / 1.04 \dots\dots\dots (VII.2)$$

P : La pluviométrie de la buse en mm

d : Le diamètre de la buse en mm

Pour calculer le diamètre on prend

$$d = (P \cdot 1.04) / 1.5 \dots\dots\dots (VII.3)$$

**b) Calcul de la portée du jet (L) :**

La portée du jet se calcule par l'équation suivante :

$$L = 3 \times d^{0.5} \times h^{0.25} \dots\dots\dots (VII.4)$$

**Avec :**

h : La pression à la buse en m (30 bars dans notre cas).

d : Le diamètre de la buse en mm.

Pour notre cas, nous allons prendre en considération les éléments suivants :

$$L = 3 \times 4.8^{0.5} \times 30^{0.25} = 15.37\text{m.}$$

Pour le diamètre de la buse de 4.8 mm à une pression de 3.0 bars la portée sera de l'ordre de 16.0 m au minimum, D'après la fiche technique d'un arroseur ZB de type Perrot (**Voir Annexe 6**).

**c) Ecartements entre les rampes et arroseurs :**

En fonction de la vitesse du vent, les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

**E<sub>l</sub>** entre les lignes d'arrosage : **1,25L** (vent faible) à **1,02 L** (vent fort).

**E<sub>a</sub>** entre les arroseurs sur la rampe : **0,8 L** (vent faible) à **0,5 L** (vent fort).

-  $E_l = 1,25 \times 16 = 20 \text{ m.}$

-  $E_a = 0,8 \times 16 = 12.8\text{m.}$

Les valeurs normalisées des écartements sont utilisées pour cela :

-  $E_l = 18 \text{ m.}$

- $Ea = 12$  m.

d) **Débit de l'asperseur :**

Le calcul du débit d'un asperseur s'effectue à l'aide de la relation suivante :

$$Q_{asp} = 0.95 * \frac{\pi * d^2}{4} * \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (VII.5)$$

Avec :

$Q_{asp}$  : Le débit d'asperseur en  $m^3/s$ ,

$d$  : Le diamètre de la buse en m,

$h$  : La pression à la buse en m.

Pour notre cas, nous prendrons en considération les éléments suivants :

$$Q_{asp} = 0.95 * (\pi * 0.0048^2 / 4) * \sqrt{2 * 9.81 * 30} = 0.00041 \text{ m}^3/s$$

$$Q_{asp} = 1.47 \text{ m}^3/h.$$

e) **Vérification de la pluviométrie de l'asperseur :**

En supposant que l'écartement est proportionnel à la longueur, il est possible d'estimer la pluviométrie horaire  $P$  en utilisant la relation suivante :

$$P = Q_{asp} / (El * Ea) \dots\dots\dots (VII.6)$$

Avec :

$Q_{asp}$  : Le débit d'asperseur en  $m^3/h$ ,

$El$  et  $Ea$  : L'écartement entre les arroseurs et les lignes d'arrosage en m.

Pour notre cas, nous allons prendre en considération les éléments suivants :

$$P = 1.47 / (18 * 12) = 6.8 \text{ mm/h.}$$

Ainsi, en choisissant le diamètre de buse approprié, nous assurerons une pluviométrie d'environ 6,8 mm/h, ce qui est inférieur à la perméabilité du sol de 7 mm/h. Cela confirme que notre choix de diamètre est approprié.

### VII.1.3. Vérification de la pluviométrie :

La vérification des précipitations est une étape essentielle du processus d'irrigation. Il s'agit de garantir que la quantité d'eau fournie aux cultures correspond aux besoins réels de la plante.

**VII.1.3.1. Calcul du tour d'eau :**

Le tour de l'eau est calculé à l'aide de la relation suivante :

$$T_{\text{eau}} = (\text{RFU} * \text{Nj}) / \text{B}_{\text{mp}} \dots\dots\dots (\text{VII.7})$$

**Avec :**

- Teau : Le tour d'eau en jours,
- Nj : Nombre de jour de travail par mois, -
- Bmp : le besoin du mois de pointe.

Pour notre cas, nous considérerons les éléments suivants :

$$T_{\text{eau}} = (56*26) / 125.4 = 11.61\text{jour} = \mathbf{12\text{jour}}.$$

Nombre d'irrigation par mois :

On irrigue  $30/12 = 3$  fois par mois.

**VII.1.3.2. Calcul de la dose réelle :**

La dose réelle est calculée à l'aide de la relation suivante :

$$\text{Dose réelle} = \text{Teau} \times \text{Dose journalière} \dots\dots\dots (\text{VII.8})$$

**Avec :**

Dose journalière= Besoins de pointes :  $125.4 \text{ mm/mois en jour} = 4.18\text{mm/jour}$ .

Pour notre cas, nous considérerons les éléments suivants :

$$\text{Dose réelle} = 12 \times 4.18 = \mathbf{50.16 \text{ mm}}.$$

**VII.1.3.3. Calcul de la dose brute :**

La dose brute est calculée à l'aide de la relation suivante :

$$\text{Dose brute} = \text{Dose réelle} / 0.75$$

**AN :** Dose brute = 67mm.

**VII.1.3.4. Temps d'arrosage :**

Le temps d'arrosage est calculé en fonction du site, sans dépasser la capacité de filtration, comme suit :

$$T_a = \text{Dose brute} / k \text{ pluviomètre} \dots\dots\dots (\text{VII.9})$$

Pour notre cas, nous considérerons les éléments suivants :

$$\mathbf{T_a = 67 / 7 = 9.57\text{heures} \approx \mathbf{10 \text{ heures}}$$

Ainsi, il est possible d'avoir jusqu'à  $N_p = 2$  cycles d'arrosage par jour pour la pulvérisation, sans dépasser la durée totale.

#### VII.1.3.5. Calcul de l'unité d'arrosage :

L'unité d'arrosage est calculée à l'aide de la relation suivante :

$$\mathbf{S_u = S_{parcille} / (T_{eau} \times N_p) \dots\dots\dots (VII.10)}$$

AN :

$$\mathbf{S_u = 2.3 / (12 \times 2) = \mathbf{0.115\text{ha}}}$$

#### VII.1.3.6. Calcul du débit d'équipement :

Le débit d'équipement est calculé à l'aide de la relation suivante :

$$\mathbf{Q_{eq} = (S \times B_{mp} \times 10) / (T_a * N_p \times N_j \times 0.75) \dots\dots\dots(VII.11)}$$

Pour notre cas, nous considérerons les éléments suivants

$$\mathbf{Q_{eq} = (2.3 \times 125.4 \times 10) / (10 \times 2 \times 26 \times 0.75) = \mathbf{7.40 \text{ m}^3/\text{h}}.}$$

#### VII.1.3.7. Calcul du volume fourni par un asperseur par mois :

Le volume fourni par un asperseur par mois est calculé à l'aide de la relation suivante :

$$\mathbf{V = \text{nbr de position par jour} \times \text{nbr d'irrigation par mois} \times \text{Dose} \times E_a \times E_l}$$

Pour notre cas, nous considérerons les éléments suivants :

$$\mathbf{V = 2 \times 26 \times 12 \times 18 \times 0.067 = \mathbf{752.54 \text{ m}^3}.$$

#### VII.1.3.8. Calcul du volume à épandre en un mois sur toute la parcelle :

Le volume à épandre en un mois sur toute la parcelle est calculé à l'aide de la relation suivante :

$$\mathbf{V_t = B_{mp} * \text{Largeur terrain} * \text{Longueur terrain} / 1000 \dots\dots\dots (VII.12)}$$

Pour notre cas, nous considérerons les éléments suivants :

$$\mathbf{V_t = 125.4 * 115 * 200 / 1000 = \mathbf{2884.2 \text{ m}^3}$$

#### VII.1.3.9. Calcul du nombre d'asperseurs requis :

Le nombre d'asperseurs requis est calculé à l'aide de la relation suivante :

$$\mathbf{N_{asp} = (S_u * 10000) / (E_l * E_a) \dots\dots\dots (VII.13)}$$

Pour notre cas, nous considérerons les éléments suivants :

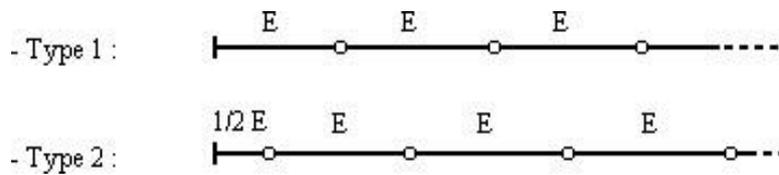
$$N_{asp} = (0.115 \times 10000) / (18 \times 12) = 62$$

**VII.1.4. Calcul hydraulique du réseau d'irrigation par aspersion :**

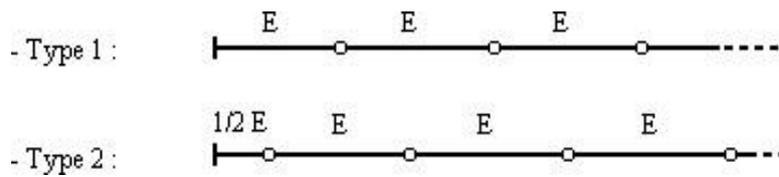
Le dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion est une étape essentielle dans la conception d'un système d'irrigation efficace. Cela implique de prendre en compte différents paramètres pour assurer une distribution uniforme de l'eau sur toute la zone à irriguer.

**VII.1.4.1. La longueur de la rampe :**

Deux options sont envisagées pour l'installation des asperseurs sur la rampe :



**FigureVII.1 :** Deux options sont envisagées pour l'installation des asperseurs sur la rampe.



**FigureVII.2 :** Mécanismes de fixation des arroseurs sur la rampe.

La longueur de la rampe est déterminée comme suit :

- Pour le type 1 :  $L = N \times E$ ,
- Pour le type 2 :  $L = (N + 0.5) \times E$ .

Par conséquent, la formule pour calculer la longueur de la rampe est :

$$L_r = (L_{at}r/2) - (Ea/2) \dots\dots\dots (VII.14)$$

**Avec :**

"Lar" est la longueur du terrain

Pour notre cas, nous considérerons les éléments suivants :

$$L_r = (115/2) - (18/2) = 49m.$$

Le nombre d'asperseurs par rampe est calculé en utilisant la formule suivante :

$$N_{aspr/r} = L_r / E_l$$

Pour notre cas, nous considérerons les éléments suivants :

$$N_{spr/r} = 49/18 = 3 \text{ Asperseurs.}$$

#### VII.1.4.2. Dimensionnement de la rampe

Le débit de la rampe est calculé en utilisant la formule suivante :

$$Q_r = Q_{asp} \times N_{spr/r} \dots\dots\dots (VII.15)$$

Pour notre cas, nous considérerons les éléments suivants :

$$Q_r = 0.79 \times 3 = 4.42 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Le nombre de positions des rampes est déterminé en divisant la longueur totale de la zone par l'écartement entre les rampes :

$$N_{rampe} = \text{Longueur terrain} / \text{El} \dots\dots\dots (VII.16)$$

Pour notre cas, nous considérerons les éléments suivants :

$$N_{rampe} = 200/18 = 11.12 \approx 11 \text{ rampes}$$

#### VII.1.4.3. Calcul du diamètre de la rampe :

Le diamètre de la rampe est calculé en utilisant la formule suivante :

$$D_r = \sqrt{(4 * Q_r) / (\pi * V)} \dots\dots\dots (VII.17)$$

- $Q_r$  : le débit exprimé en  $\text{m}^3/\text{s}$ ,
- $D_r$  : le diamètre exprimé en mm,
- $V$  : la vitesse économique de l'ordre de 1 m/s.

Pour notre cas, nous allons prendre en considération les éléments suivants :

$$D_r = \sqrt{(4 * 0.0013) / (\pi * 1)} = 28 = 33 \text{ mm.}$$

On choisit un diamètre normalisé de 50 mm pour une conduite en PEHD, afin de minimiser les pertes de charges. D'où :

$$V = (4 * Q_r) / (\pi * D_r^2) \dots\dots\dots (VII.18)$$

Nous allons examiner les éléments suivants :

$$V = (4 * 0.0013) / (\pi * 0.033^2) = 1.52 \text{ m/s.}$$

#### VII.1.4.4. Calcul de la perte de charge de la rampe :

Les pertes de charge seront calculées en utilisant la formule de Hazen-Williams :

$$J = (3.592 / CH)^{1.852} * (L / D^{4.87}) * Q^{1.852} \dots\dots\dots (VII.19)$$

**Avec :**

- J représente la perte de charge linéaire en m,
- CH est le coefficient de Hazen-Williams (130-140 pour les conduites en fonte ou en PEHD),
- D correspond au diamètre de la canalisation, exprimé en mètres,
- L représente la mesure de la longueur de la conduite, en mètres,
- Q est le débit en 1 m<sup>3</sup>/s.

En appliquant ces données à l'équation, nous obtenons :

$$J = (3.592 / 140)^{1.852} * (49 / 0.033^{4.87}) * 0.0013^{1.852} = 4.11 \text{ m.}$$

## **VII.1.5. Dimensionnement de la porte rampe :**

### **VII.1.5.1. Longueur de la porte rampe :**

Le calcul de la longueur du port rampe se fait par la relation suivante :

$$L_{pr} = \text{Longueu terrain} - (El / 2) \dots\dots\dots(\text{VII.20})$$

En appliquant ces données à l'équation, nous obtenons :

$$L_{pr} = 200 - (18/2) = 191 \text{ m.}$$

### **VI.5.2. Débit de la porte rampe :**

Le calcul du diamètre de la rampe se fait par la relation suivante :

$$Q_{pr} = Q_r * N_r \dots\dots\dots(\text{VII.21})$$

En appliquant ces données à l'équation, nous obtenons :

$$Q_{pr} = 4.42 * 11 = 48.62 \text{ m}^3/\text{h} = 0.0135 \text{ m}^3/\text{s.}$$

### **VI.5.3. Calcul du diamètre de la porte rampe :**

Le calcul du diamètre de la porte rampe se fait par la relation suivante :

$$D_{pr} = \sqrt{(4 * Q_{pr}) / (\pi * V)} \dots\dots\dots(\text{VII.22})$$

Avec :

- Q<sub>pr</sub> : le débit exprimé en m<sup>3</sup> /s,
- D<sub>r</sub> : le diamètre exprimé en mm,

- $V$  : la vitesse économique de l'ordre de 2 m/s.

Pour notre cas, nous considérerons les éléments suivants :

$$D_{pr} = \sqrt{(4 * 0.0135) / (\pi * 2)} = 90 \text{ mm.}$$

On choisit un diamètre normalisé de 90 mm pour une conduite en PEHD, afin de minimiser les pertes de charges.

$$D'où : V = (4 * Q_{pr}) / (\pi * D_r^2) \dots\dots\dots(VII.23)$$

En appliquant ces données à l'équation, nous obtenons :

$$V = (4*0.0135) / (\pi*0.09^2) = 2.12\text{m/s.}$$

#### VI.5.4. Calcul de la perte de charge de la porte rampe :

Les pertes de charge seront calculées en utilisant la formule de Hazen-Williams :

$$J = (3.592 / CH)^{1.852} * (L / D^{4.87}) * Q^{1.852} \dots\dots\dots (VII.24)$$

Avec :

- $J$  représente la perte de charge linéaire en m,
- $CH$  est le coefficient de Hazen-Williams (130-140 pour les conduites en fonte ou en PEHD),
- $D$  correspond au diamètre de la canalisation, exprimé en mètres, -  $L$  représente la mesure de la longueur de la conduite, en mètres, -  $Q$  est le débit en m<sup>3</sup>/s.

En appliquant ces données à l'équation, nous obtenons :

$$J = (3.592 / 140)^{1.852} * (191 / 0.09^{4.87}) * 0.0135^{1.852} = 9.72 \text{ m.}$$

#### VII.1.6. Les résultats du dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion :

Les données obtenues lors du dimensionnement sont résumées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau VII.1** : Résultats de calcul pratique du réseau d'irrigation par aspersion.

Conduites	Rampe	Porte Rampe
Longueur (m)	49	191
Diamètre (mm)	33	90
Débit (m <sup>3</sup> / s)	0.0013	0.0135
Vitesse (m/s)	1.52	2.12
Perte de charge (m)	4.11	9.72

**VII.1.6.1. Calcul de la pression en tête du réseau :**

L'équation utilisée pour déterminer ce qui est nécessaire pour assurer le bon fonctionnement de du dernier asperseur est la suivante :

$$H = H1 + H2 + H3 \dots\dots\dots (VII.25)$$

Avec :

- H représente la pression à la tête de la parcelle,
- H1 est la pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (2.5 bars),
- H2 est la perte de charge totale,
- H3 est la dénivelée (0 m pour un terrain plat).

En utilisant les valeurs spécifiées :

$$(H1 = 2.5 \text{ bars}, H2 = 8.7 \text{ m et } H3 = 0)$$

Nous obtenons :

$$H = 25 + 8.7 + 0 = 33.7 \text{ m} = 3.37\text{bar.}$$

**Donc**, la pression de 3.93 bars est suffisante pour alimenter les asperseurs et assurer leur bon fonctionnement.

**VII.2. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par goutte à goutte :**

Un système d'irrigation goutte à goutte a été mis en place sur la parcelle P1 (parcelle 14), qui occupe une superficie de 3,25 hectares. Cette parcelle est alimentée par la borne P14, et la pression calculée avoisine les 8,06 bars, ce qui est largement suffisant pour irriguer la parcelle.

**Données générales :**

- Choix de la culture : Olivier,
- Un écartement entre arbre de 4 m (Sa),
- Un espacement entre rangs de 4 m (Sr),
- Besoins de pointes : 174 mm/mois pour le mois de Juillet,
- Surface brute de la parcelle : 3.2 ha
- Longueur (Lngp) : 320 m
- Largeur (Lrgp) : 100m.

**Caractéristique du goutteur :**

- Débit nominal : 4 l/h avec une pression nominale : 10m.c.e,
- Le nombre de goutteurs est 2 goutteurs par arbre,
- Avec un espacement des goutteurs de 2 m.

### VII.2.1. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation goutte à goutte :

Les besoins d'irrigation des cultures en irrigation goutte à goutte sont déterminés en prenant en compte plusieurs facteurs.

#### VII.2.1.1. Impact du taux de couverture du sol :

Dans le domaine de la micro-irrigation, qui implique des apports d'eau concentrés sur une petite zone du sol, on utilise un coefficient de réduction appliqué à l'évapotranspiration de référence (ETM) en fonction du taux de couverture du sol ( $C_s = 60\%$ ) pour les plantes matures.

Le coefficient de réduction ( $K_r$ ) peut être déterminé en utilisant la formule connue sous le nom de formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5*(1 - C_s) \dots\dots\dots (VII.26)$$

Cette formule permet d'estimer le  $K_r$  en fonction du taux de couverture du sol ( $C_s$ ), où  $C_s$  est exprimé en pourcentage.

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

$$K_r = 0.6 + 0.5*(1 - 0.6) = 0.8.$$

$K_r$  est utilisé pour ajuster les besoins en eau réels des cultures en micro-irrigation, en tenant compte de la zone réduite de la surface du sol qui reçoit l'eau.

$$B_{nets} = B_j * K_r \dots\dots\dots (VII.27)$$

Pour notre cas, nous allons prendre en considération les éléments suivants :

$$B_{nets} = (174/30) * 0.8 = 4.64\text{mm/j}.$$

#### VII.2.1.2. Calcul de la dose nette :

La dose nette est déterminée par la hauteur d'eau  $P$  selon l'équation suivante :

$$D_{nette} = (H_{cc} - H_{pf}) \times Y \times Z \times d_a \times P\% = RFU \times P\% \dots\dots\dots (VII.28)$$

Dans cette équation :

- $H_{cc}$  représente la hauteur d'eau de capacité au champ (25%),
- $H_{pf}$  représente la hauteur d'eau du point de flétrissement permanent (15%),

- Da a une valeur de 1.4,
- Y a une valeur de 2/3,
- Z représente la profondeur des racines de la plante 1500 mm,
- P correspond au taux de saturation du sol en eau.

La valeur de P% est calculée en utilisant l'équation :

$$P\% = (N \times Spd \times Sh) / (Sa \times Sr) \dots\dots\dots (VII.29)$$

Avec :

- P étant le volume de sol humidifié,
- N étant le nombre de points de distribution par arbre,
- Spd étant la distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (m),
- Sh étant la largeur de la bande humidifiée,  
Sr étant l'écartement entre les rangs d'arbres,
- Sa étant l'espacement des arbres sur les rangs.

En appliquant ces donn:

$$P\% = (2 \times 2 \times 1) / (4 \times 4) = 25\%.$$

$$RFU = (0.25 - 0.15) * 1500 * (2/3) * 1.4 = 140 \text{ mm.}$$

Donc, pour notre cas, nous allons prendre en considération les éléments suivants :

$$Dnette = 140 * 0.25 = 35\text{mm.}$$

### VII.2.1.3. Fréquence et intervalle des arrosages (Fr) :

La formule pour calculer l'intervalle entre deux arrosages (tour d'eau) est la suivante :

$$Fr = Dnette / Bnet \dots\dots\dots (VII.30)$$

En utilisant les valeurs fournies :

$$Fr = 35 / 4.64 = 7.55 \text{ jours.}$$

On peut choisir une fréquence d'arrosage de 8 jours.

Alors en a 8 jours. 4 Irrigations par mois.

**VII.2.1.4. Calcul de la dose brute :**

Nous recalculons la nouvelle dose pratique ( $Dp'$ ) en utilisant la formule suivante :

$$Dp' = Fr \times Bjl \dots\dots\dots (VII.31)$$

Pour notre cas, nous allons prendre en considération les éléments suivants :

$$Dp' = 8 \times 4.64 = 37.12 \text{ mm.}$$

Ensuite, nous calculons le besoin brut ( $Dbute$ ) en utilisant la formule suivante :

$$Dbute = Dp' / (Eff \times Cu) \dots\dots\dots(VII.32)$$

Avec :

- Eff représente l'efficacité du réseau d'irrigation (90%),
- Cu représente le coefficient d'uniformité (90%).

En appliquant ces données :

$$Dbute = 37.12 / (0.9 \times 0.9) = 45.82 \text{ mm.}$$

**VII.2.1.5. Durée d'arrosage h :**

La formule pour calculer la durée d'arrosage est la suivante :

$$h = (Dbute * Sa * Sr) / (n * Qg) \dots\dots\dots(VII.33)$$

- $Dbute$  : représente le besoin brut calculé précédemment (26.11mm),
- $Sa$  et  $Sr$  : sont respectivement l'espacement entre les arbres, les rangs, -
- $N$  : est le nombre de goutteurs (2), -
- $Qg$  : est le débit du goutteur (4 l/h).

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

$$H = (45.82 * 4 * 4) / (2 * 4) = 90 \text{ h/mois.}$$

**VII.2.1.6. Durée d'arrosage journalier :**

La formule pour calculer la durée d'arrosage journalier est la suivante :

$$D_j = \text{Durée d'arrosage} / Fr \dots\dots\dots (VII.34)$$

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

$$D_j = 90/8 = 11.25 \text{ h/jour.}$$

**VII.2.1.7. Nombre d'arbre par hectare :**

La formule pour calculer le nombre d'arbre par hectare est la suivante :

$$N_{arbr} = 1ha / Sa * Sr \dots\dots\dots (VII.35)$$

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

$$N_{arbr} = 10000 / (4*4) = 625 \text{ arbres.}$$

**VII.2.1.8. Nombre d'arbre par rampe :**

La formule pour calculer le nombre d'arbre par rampe est la suivante :

$$N_{armp} = L_{rgp} / Sa \dots\dots\dots (VII.36)$$

En appliquant ces donn:

$$N_{armp} = 100/4 = 25 \text{ arbres.}$$

**VII.2.1.9. Nombre des goutteurs par rampe :**

La formule pour calculer le nombre des goutteurs par rampe est la suivante :

$$N_g = (L_{rgp} / Sa) * 2 \dots\dots\dots (VII.36)$$

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

$$N_g = 25*2 = 50 \text{ goutteurs.}$$

**VII.2.1.10. Débit d'une rampe :**

La formule pour calculer le débit d'une rampe est la suivante :

$$Q_{rmp} = N_g * q_g \dots\dots\dots (VII.38)$$

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

$$Q_{rmp} = 50*4 = 200 \text{ l/h.}$$

**VII.2.1.11. Nombre de rampes :**

La formule pour calculer le nombre de rampes est la suivante :

$$\mathbf{Nrmp = Lngp / Sr \dots\dots\dots (VII.39)}$$

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

$$\mathbf{Nrmp = 320/4 = 80 rampes}$$

**VII.2.1.12. Débit de porte rampe :**

La formule pour calculer le Débit de porte rampe est la suivante :

$$\mathbf{Qprmp = Qrmp * Nrmp \dots\dots\dots (VII.40)}$$

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

$$\mathbf{Qprmp = 200*80 = 16000 l/h.}$$

**VII.2.2. Calcul hydraulique du réseau d'irrigation goutte à goutte :**

L'évaluation hydraulique du réseau d'irrigation goutte à goutte nécessite l'estimation des caractéristiques hydrauliques telles que les diamètres, les pressions et les pertes de charge. Cela vise à garantir le fonctionnement optimal du système dans son ensemble.

**VII.2.2.1. Diamètre de la rampe :**

La formule pour calculer le diamètre de la rampe est la suivante :

$$\mathbf{Drmp = ((Jth * 2.75) / (0.478 * Qrmp^{1.75} * Lrgp))^{(-1 / 4.75)} \dots\dots\dots(VII.41)}$$

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

$$\mathbf{Drmp = ((1.4 * 2.75) / (0.478 * 200^{1.75} * 100))^{(-1 / 4.75)} = 8.45mm.}$$

On prend DN =16 mm.

Calcul de pertes de charge de la rampe :

$$\mathbf{Jcal = 0.478 * Lrgp * Drmp^{-4.75} * Qrmp^{1.75} / 2.75 \dots\dots\dots (VII.42)}$$

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

$$\mathbf{Jcal = (0.478 * 100 * 16^{-4.75} * 200^{1.75}) / 2.75 = 0.56 m.}$$

Pdc= 1.2 m < 1.4 la condition est vérifiée.

**Tableau VII.2** : Caractéristiques des rampes.

Cultures	L'olivier
<b>Lrgp (m)</b>	100
<b>Ng</b>	50
<b>Qrmp (l/h)</b>	200
<b>J th (m)</b>	1.4
<b>Dcalcu (mm)</b>	8.45
<b>Dn (mm)</b>	16
<b>Jcalculé (m)</b>	0.56

**VII.2.2.2. Diamètre de la porte rampe :**

La formule pour calculer le diamètre de la rampe est la suivante :

$$\mathbf{Dprmp} = ((\mathbf{Jth} * \mathbf{2.75}) / (\mathbf{0.478} * \mathbf{Qprmp}^{1.75} * \mathbf{Lngp}))^{(-1 / 4.75)} \dots\dots\dots (\text{VII.43})$$

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

$$\mathbf{Dprmp} = ((\mathbf{0.8} * \mathbf{2.75}) / (\mathbf{0.478} * \mathbf{16000}^{1.75} * \mathbf{300}))^{(-1 / 4.75)} = \mathbf{83} \text{ mm.}$$

On prend DN =110 mm.

Calcul de pertes de charge de la porte rampe :

$$\mathbf{Jcal} = \mathbf{0.478} * \mathbf{Lngp} * \mathbf{Dprmp}^{-4.75} * \mathbf{Qprmp}^{1.75} / \mathbf{2.75} \dots\dots\dots (\text{VII.44})$$

En appliquant ces données à l'équation, on aboutit à :

$$\mathbf{Jcal} = \mathbf{0.478} * \mathbf{300} * \mathbf{110}^{-4.75} * \mathbf{16000}^{1.75} / \mathbf{2.75} = \mathbf{0.58}.$$

Jcal= 0.58 m < 0.8 la condition est vérifiée.

**Tableau VII.3** : Caractéristiques des portes rampes.

Cultures	L'olivier
<b>Lngp(m)</b>	<b>320</b>
<b>Nr</b>	80
<b>Qp rmp(l/h)</b>	16000
<b>J th (m)</b>	0.8
<b>Dcalcu (mm)</b>	82
<b>Dn (mm)</b>	110
<b>J calculé (m)</b>	0.58

### VII.2.2.3. Calcul de la pression en tête du réseau :

La pression totale requise pour le fonctionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte est calculée en additionnant les pertes de charge dans l'ensemble du réseau et en y ajoutant la pression nécessaire spécifique à chaque goutteur.

$$H = H1 + H2 \dots \dots \dots (VII.45)$$

Avec :

- H représente la pression à la tête de la parcelle,
- H1 est la pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un goutteur (1 bars),
- H2 est la perte de charge totale,

En utilisant les valeurs spécifiées :

$$(H1 = 1 \text{ bar}, H2 = 0.34 + 1.26 \text{ m})$$

Nous obtenons :

$$H = 10 + 1.94 = 11.6 \text{ m} = 1.2 \text{ bar.}$$

Donc, la pression de 8 bars est largement suffisante pour alimenter les goutteurs et assurer leur bon fonctionnement.

### **VII.3. Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons discuté des dimensions de l'irrigation sur la parcelle, où deux systèmes ont été étudiés : l'aspersion et le goutte à goutte.

Quant au réseau d'irrigation par aspersion, deux contraintes sont à prendre en compte : la perméabilité des sols et la vitesse du vent. Dans notre cas, nous avons mesuré un morceau de blé dur.

Cette culture est appréciée dans la commune de Souagui, mais elle est cultivée à grande échelle.

Pour l'irrigation ponctuelle (goutte à goutte), le dimensionnement prend en compte les facteurs agronomiques et hydrauliques. Dans notre thèse, nous avons étudié l'irrigation goutte à goutte dans une oliveraie.

Chapitre VIII  
Calcul technico-  
économique

## **Chapitre VIII : Calcul technico-économique**

### **VIII. Introduction :**

Le but de ce chapitre est l'évaluation du cout estimatif pour une meilleure réalisation et l'exécution des travaux de notre projet d'irrigation.

Ces travaux constituent :

Le système d'adduction -distribution

Le système de pompage.

Le réservoir de stockage.

#### **VIII.1.Travaux à entreprendre pour Le système d'adduction :**

Les tâches constituant les travaux à exécuter pour la mise en place de l'adduction sont :

##### **a) Exécution des tranchées :**

Cette opération consiste à faire des excavations de terrains (déblai) en utilisant une pelle hydraulique, ces déblais seront posés à côté de la tranchée, l'autre côté étant réservée au bardage des conduites.

##### **b) Pose du lit de sable :**

Le lit de sable sera placé au fond de la tranchée avec une épaisseur de 15 cm dans notre cas.

##### **c) Pose des conduites :**

Avant de descendre les conduites dans la tranchée, un triage est effectué afin d'écarter celles qui ont été endommagées. Les conduites sont ensuite descendues lentement au fond de la fouille à l'aide d'un engin de levage.

##### **d) Epreuve de joint et de la canalisation :**

Pour garantir une sécurité optimale, un test de pression des conduites et des joints est nécessaire avant le remblaiement. Ce test consiste à remplir la conduite d'eau sous une pression équivalant à 1,8 fois la pression de service prévue pendant son fonctionnement.

##### **e) Remblayage des tranchées :**

L'opération de remblaiement implique l'ensevelissement de la conduite en utilisant les matériaux provenant de l'excavation.

##### **f) Nivellement et compactage :**

Le nivellement comprend l'étalement des terres en monticules, suivi du compactage visant à accroître la densité du sol et à prévenir tout tassement ultérieur.

## VIII.2. Evaluation des coûts des investissements :

### VIII.2.1. Coûts des conduites :

### VIII.2.2. Conduites d'adduction :

Tableau VIII.1 : Conduites d'adduction.

Tronçons	Diamètre (mm)	Longueur (m)
Station de pompage-Réservoir	800	11000
Chambre de vanne - Station de pompage	1200	650

La conduite d'adduction			
<p><b>Donnés de base</b></p> <p>D : diamètres de refoulement 800 mm</p> <p>e : Hauteur d lit de pose 0.15 m.</p> <p>h : La hauteur du remblai au-dessus de la conduite 0.8.</p> <p>L : Longueur de la conduite 11000 m.</p>			
La largeur du fond de la tranchée	$B = D + 0.6$	m	$B=0.8+0.6=1.4$
Profondeur de la tranchée	$H= e +D + h$	m	$H=0.15+0.8+0.8=1.75$
Le volume de déblai	$V_d=B*H*L$	m <sup>3</sup>	$V_d=1.4*1.75*11000=26950$
Le volume de lit de sable	$V_s= e*B*L$	m <sup>3</sup>	$V_s=0.15*1.4*11000=2310$
Volume occupé par la conduite	$V = L*\left(\frac{\pi D^2}{4}\right)$	m <sup>3</sup>	$V=5529.2$
Le volume de remblai	$V_r = V_d-(V+V_s)$	m <sup>3</sup>	$V_r=19110.8$

Les frais d'investissement sont **DA** ventilés selon le tableau, présenté ci-dessous :

**Tableau VIII.2** : Estimation du cout de pose de canalisation de l'adduction.

Désignation des travaux	Unité	Quantité m <sup>3</sup>	Prix unitaire DA	Montant DA
1) déblai et remblai	m3	46060.8	300	13 818 240
2) lit de sable	m3	2310	800	1 848 000
Total (HT)				15 500 000.00
TVA (17%)				2 600 000.00
<b>Montant TTC</b>				<b>18 135 000.00</b>

**VIII.2.3. Coût de l e système d'adduction :****Tableau VII.3** : Coût du système d'adduction.

Tronçon	Diamètre (mm)	Matière	Longueur (m) et (u)	Prix Unitaire DA	Total (DA)
Station de pompage – réservoir	800 mm	Acier	11000	40 000,00	440 000 000 .00
Chambre de vanne – Station de pompage	1200 mm	Acier	(650 m) 1	300 000.00	300 000.00
(Canalisation et accessoires d'assemblage +Installation de chantier +travaux de terrassement)					5 000 000.00
					5 000 000.00
					15 500 000.00
Montant Total en HT					<b>490 800 000.00</b>
TVA (17%)					<b>117 436 000.00</b>
<b>Montant Total en TTC</b>					<b>608 236 000.00</b>

## VIII.2.4. Conduites de distribution :

Tableau VII.4: Calcul des différents volumes.

Tubes Enterrés	Longueur (m)	Largeur (m)	Profondeur (m)	V déblai (m <sup>3</sup> )	V sable (m <sup>3</sup> )	V conduites (m <sup>3</sup> )	V remblai (m <sup>3</sup> )
Conduite de distribution							
PEHD 63	50,6	0.663	1.013	33.98	5.03	0.16	28.79
PEHD 90	101.95	0.69	1.04	73.15	10.55	0.65	61.95
PEHD 110	386.46	0.71	1.06	290.85	41.16	3.67	246.02
PEHD 125	968.2	0.725	1.075	754.59	105.29	11.88	637.42
PEHD 150	751.76	0.75	1.1	620.2	84.57	13.28	522.35
PEHD 200	1271.4	0.8	1.15	1169.69	152.52	39.94	977.23
PEHD 250	255.4	0.85	1.2	260.51	32.56	12.54	215.41
PEHD 300	302.51	0.9	1.25	340.32	40.84	21.38	278.46
PEHD 400	217.519	1	1.35	293.65	36.62	27.33	229.7
PEHD 500	2741.3	1.1	1.45	4372.37	452.31	538.25	3381.81
ACIER 800	445,5	1.3	1.75	1013.5	86.87	223.93	702.7
ACIER 1000	594,3	1.6	1.95	1854.21	142.63	466.76	1244.82
<b>Somme</b>				11032.02	1190.95	1359.77	7823.96

Désignation des travaux	Unité	Quantité m <sup>3</sup>	Prix unitaire DA	Montant DA
1) déblai et remblai	m <sup>3</sup>	18855.98	300	5 656 794
2) lit de sable	m <sup>3</sup>	1190.95	800	952 760
			Total (HT)	6 609 554
			TVA (17%)	1 123 624.18
			<b>Montant TTC</b>	<b>7 733 178.18</b>

## VIII.2.5. Coût du système de distribution :

Tableau VII.5: Coût du système de distribution.

Conduit	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Prix Unitaire (DA)	Total (DA)
PEHD	63	50,6	400	20 240
PEHD	90	101.95	700	71 365
PEHD	110	386.46	920	355 543.2
PEHD	125	968.2	1000	968 200
PEHD	150	751.76	1650	1 240 404
PEHD	200	1271.4	2100	2 669 940
PEHD	250	255.4	2800	715 120
PEHD	300	302.51	3800	1 149 538
PEHD	400	217.519	5100	1 109 346.9
PEHD	500	2741.3	6900	18 914 970
ACIER	800	445,5	70000	31 185 000
ACIER	1000	594,3	80000	47 544 000
<b>Montant Total en HT</b>			105 943 667.00	
<b>TVA (17%)</b>			18 010 423.00	
<b>Montant Total en TTC</b>			<b>123 954 090.00</b>	

## VIII.2.6. Coût de station de pompage :

Tableau VII.6: Coût de station de pompage.

Station de pompage	DESIGNATION	Prix Unitaire Moyen DA	Total (DA)
Station de Pompage (Génie Civile)	Ensemble station de pompage. (Inclue travaux préliminaires, génie civil, équipements hydrauliques, installations et urbanisation).	40 000 000.00	30 000 000.00
Station de Pompage (Electromécanique)		50 000 000.00	16 000 000.00
<b>Montant Total en HT</b>			46 000 000.00
<b>Montant Total en TTC</b>			<b>53 820 000.00</b>

**VIII.2.7. Cout du réservoir :****Tableau VII.7:** Cout du réservoir.

Réservoir	DESIGNATION	Prix Unitaire DA	Total (DA)
Réservoir enterré à ciel ouvert 10000 m <sup>3</sup>	Ensemble de travaux. (Inclue travaux préliminaires, génie civil, équipements hydrauliques, installations et urbanisation).	117 300 000.00	117 300 000.00
<b>Montant Total en HT</b>			117 300 000.00
<b>Montant Total en TTC</b>			<b>139 587 000. 00</b>

**VIII.2.8. Cout des bornes d'irrigation :****Tableau VII.8 :** Cout des bornes d'irrigation.

Types	Diamètre (mm)	Nombre	Prix Unitaire (DA)	Total
Borne	100	22	70 000,00	<b>1 540 000, 00</b>

**Tableau VII.9 :** Montant total.

TYPES	TOTAL (DA)
Réseau d'adduction	<b>608 236 000. 00</b>
Réseau de distribution	<b>130 000 000 .00</b>
Borne d'irrigation	<b>1 540 000, 00</b>
Station de pompage	<b>53 820 000 .00</b>
Réservoir	<b>139 587 000. 00</b>
<b>Montant total</b>	<b>933 453 000.00</b>

**VIII.3.Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons exploré les étapes essentielles de la pose des canalisations de notre réseau d'irrigation, ainsi que les calculs associés aux volumes de terrassement nécessaires. Le coût total du projet, toutes taxes comprises, s'élève à environ **933 453 000.00 DA**.

**(Neuf cent trente-trois millions quatre cent cinquante-trois mille dinars algérien).**

Malgré l'investissement initial élevé, le projet offre d'importants avantages économiques et environnementaux. Il permettra une utilisation plus efficace des ressources en eau, une amélioration des rendements agricoles et une optimisation des besoins en irrigation. Ces bénéfices contribueront à la rentabilité du projet sur le long terme.

## **Conclusion générale**

L'objectif fondamental de cette étude est de concevoir un réseau d'irrigation pour étendre le périmètre de Souagui (wilaya de Médéa) sur une superficie de 252.65 hectares, qui présente des caractéristiques physiques, pédologiques et des conditions socio-économiques favorables à l'irrigation. L'objectif principal de notre étude était de réaliser l'aménagement hydro-agricole de cette zone en installant un réseau d'adduction sous pression, alimenté par le barrage de Safi Beni Slimane.

Au milieu de cette étude, il apparaît que la zone étudiée se trouve dans un climat semi-aride, avec une moyenne annuelle des précipitations avoisinant les 398,79 mm, principalement observées entre septembre et mai. En général, les sols de cette région présentent une texture argileuse-limoneuse dans la plaine.

La zone étudiée sera alimentée en eau pour l'irrigation par le barrage de Beni Slimane, possédant une capacité de 8 millions de mètres cubes.

Pour garantir une quantité d'eau appropriée pendant toute la période végétative, nous avons calculé les besoins en eau spécifiques à chaque culture afin de déterminer le volume nécessaire pour notre zone.

Ensuite, nous avons dimensionné les réseaux d'adduction et de distribution tout en assurant les pressions requises aux bornes.

Dans le but d'optimiser les rendements des cultures tout en préservant la ressource en eau, nous avons analysé la conception de deux systèmes d'irrigation : le goutte-à-goutte et l'aspersion.

En conclusion, nous avons élaboré une estimation détaillée des coûts pour l'ensemble de notre projet.

## Références Bibliographiques

- 1- **P. SELTZER** - Le Climat de l'Algérie 1946 -ALGER.
- 2- Etude agro pédologique de la plaine de Béni Slimane –Echelle 1/50.000ème- Etude 13-49 ANRH- 1974.
- 3- CLASSIFICATION DES SOLS utilisée par la Section Agro-pédologie du Service des Etudes Scientifiques d'Algérie -août 1969.
- 4- Evolution de la conductivité hydraulique dans un sol aménagé et non aménagé par la méthode de Porchet au niveau de station d'El-Hmadna Université Abdelhamid Ben Badis-Mostaganem Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Année universitaire 2017 / 2018.
- 5- Détermination des caractéristiques hydrodynamique des sols- ANRH- Octobre 1974.
- 6- **OUAKLI HADJER**. Etude du périmètre d'irrigation de Béni Slimane (Secteur3) 251,87 HA, à partir du barrage de Béni Slimane (W. Médéa). ENSH, 2021.
- 7- Etude de faisabilité réalisée par le bureau d'étude **NINHAM SHAND** 2005.
- 8- **Touaibia, B**, (2004). Manuel pratique d'hydrologie. Presse Madani Frères. Blida. Algérie.
- 9- **Jean-Robert Tiercelin,2006** : Traité d'irrigation. : 2è édition
- 10- FAO N°24, FAO N°56.Les besoins en eau des cultures. Bull FAO n° 24 et FAO N°56.
- 11- **Clément Mathieu, Paul Audoye , Jean-Claude Chossat,2007** : Bases techniques De l'irrigation par aspersion.

## Annexes

### Annexe 1 : Caractéristiques Hydriques Des Sols.

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm/m
	à la rétention HCC	du flétrissement HPF	disponible HCC-HPF	
Sableuse	9 (6 à 12)*	4 (2 à 6)*	5 (4 à 6)*	85 (70 à 100)*
Sablo-limoneuse	14 (10 à 18)	6 (4 à 8)	8 (6 à 10)	120 (90 à 150)
Limoneuse	22 (18 à 26)	10 (8 à 12)	12 (10 à 14)	170 (140 à 190)
Limono-argileuse	27 (25 à 31)	13 (11 à 15)	14 (12 à 16)	190 (170 à 220)
Argilo-limoneuse	31 (27 à 35)	15 (13 à 17)	16 (14 à 18)	210 (180 à 230)
Argileuse	35 (31 à 39)	17 (15 à 19)	18 (16 à 20)	230 (220 à 250)

### Annexe 2 : Valeur minimale et maximale de Z pour diverses cultures.

CULTURES	Z (M)
Tomate	1 – 1.2
Cultures maraichères	0.3 – 0.6
Agrumes	1 – 1.2
Arbres fruitiers	1 – 2
Vignes	1 - 3

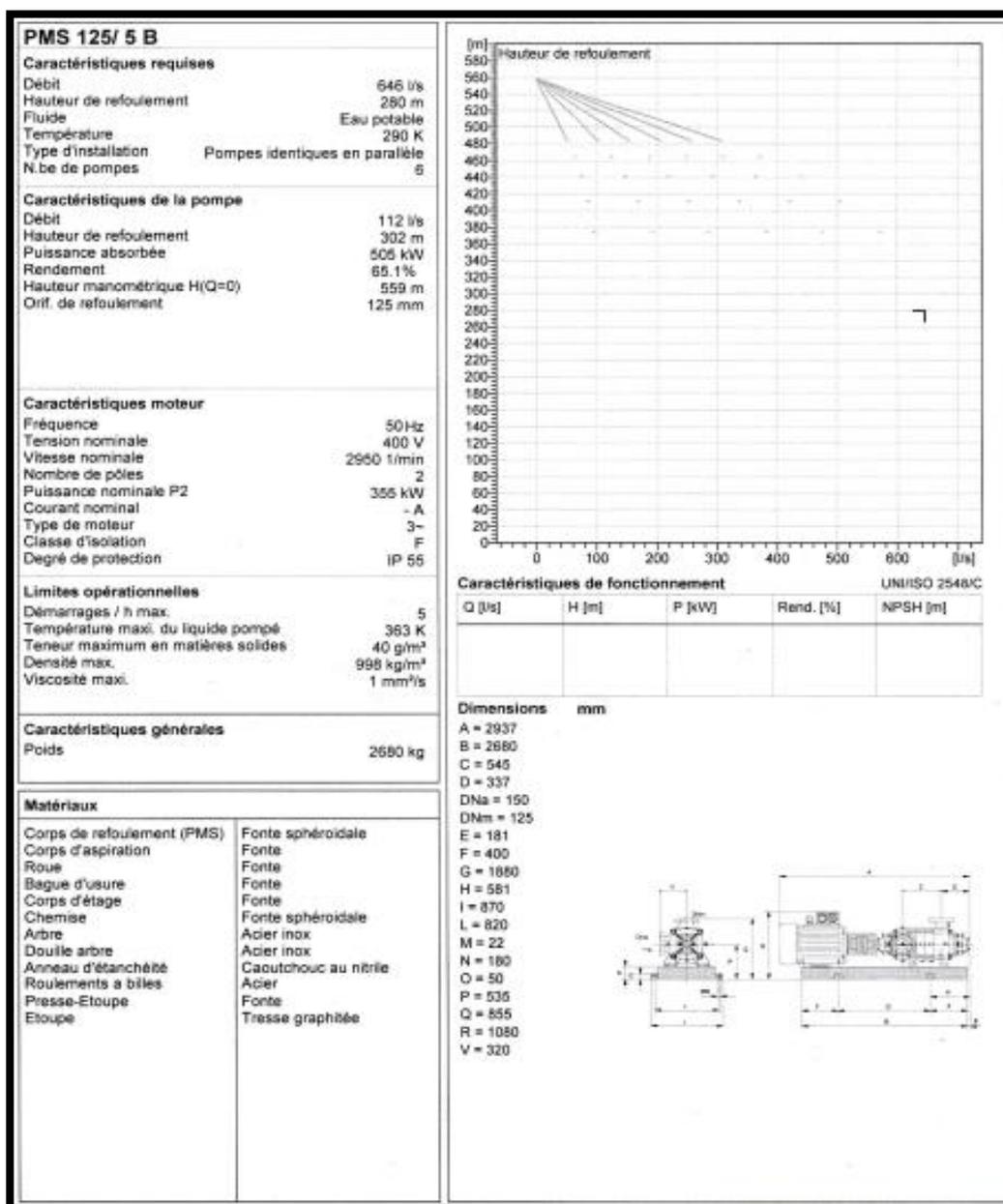
### Annexe 3 : Calendriers cultural.

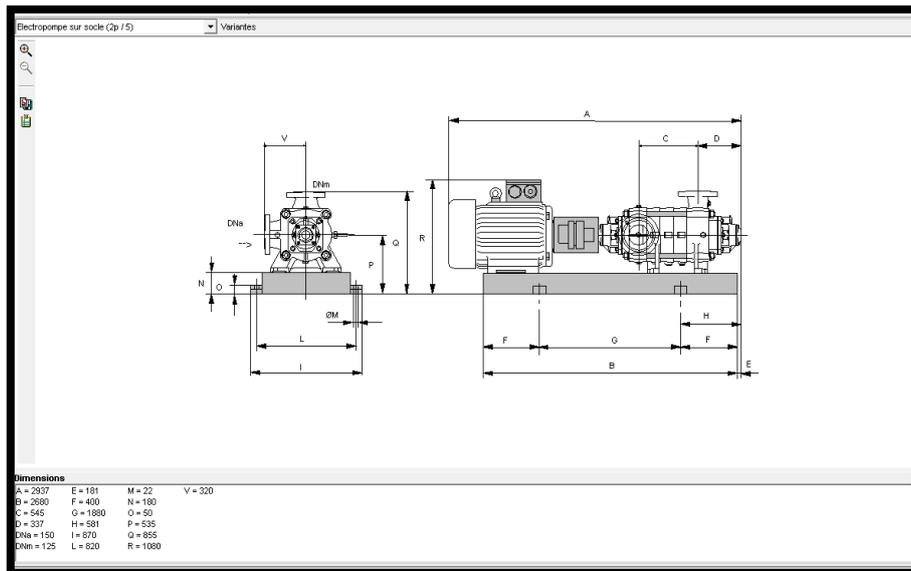
BLE DUR	15 oct au 10 juillet
BLE TENDRE	15 oct au 10 juillet
ORGE GRAIN	15 oct au 10 juillet
ORGE EN VERT	01dec au 15 mai
VESCE AVOINE	01 oct au 31mai
SORGHO	01avri au 30 sept
P DE TERRE	01fev au 30 juin
CAROTTE	15 janv au 30 juin
COURGETTE	20 fev au 30 juin
PETIT POIS	10 dec au 15 mai
ABRICOTIER	Pérenne
POMMIER	Pérenne

**Annexe 4 : Tableau 1  $\chi^2$ theorique.**

$\alpha \backslash \gamma$	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.016	0.455	1.074	1.642	2.705	3.841	5.412	6.635	10.827
2	0.211	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	0.584	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345	16.266
4	1.064	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277	18.467
5	1.610	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086	20.515
6	2.204	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812	22.457
7	2.833	6.346	8.383	9.83	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	3.490	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090	26.125
9	4.168	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877

## Annexe 5 : Les caractéristiques des pompes.





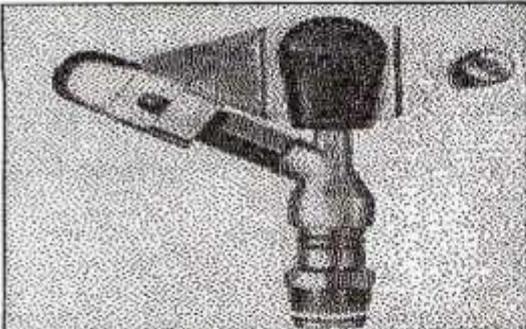
### Pompe

- Centrifuge multicellulaire pour hautes pressions à axe horizontal
- Roues, diffuseurs et corps d'aspiration : en fonte
- Corps de refoulement et corps d'étage : en fonte (PMS: en fonte sphéroïdale)
- Corps de refoulement avec pieds de support et orifice de refoulement tourné vers le haut ; corps d'aspiration à bouche orientable
- Arbre en acier inoxydable entièrement protégé par une douille en acier inoxydable. Double palier
- Roulements à billes largement dimensionnés pour supporter les charges radiales et axiales dans les deux sens
- Garniture : à tresse, réglable à faible coefficient de frottement
- Hauteur d'arbre normalisée (UNI 2946)

### Données techniques / Caractéristiques

Q	: 111.7 l/s
H	: 302 m
n. poles	: 2
Fréquence	: 50 Hz
Monophasé / Triphasé	: 3~
Puissance moteur P2	: 355 kW
Tension	: 400 V
Diamètre refoulement	: DN 125 (UNI PN40)
Raccord d'aspiration	: DN150 (UNI PN25)

## Annexes 6 : Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30.



**Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30**

1 buse  
angle de jet 30°  
Raccord fileté 1"

Ø de la buse mm	pression à la buse bar	portée m	débit m³/h	espacement m		surface irriguée m²		densité d'aspersion mm/h	
				□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.
4,0	2,5	13	0,93	12/18	18/18	216	324	4,3	2,88
	3,0	14,5	1,02	18/18	18/24	324	432	3,16	2,36
	3,5	15,3	1,11	18/18	18/24	324	432	3,42	2,57
	4,0	16	1,19	18/18	18/24	324	432	3,71	2,76
4,2	2,5	13,5	1,04	12/18	18/24	324	432	4,8	2,42
	3,0	15	1,14	18/18	18/24	216	432	3,52	2,64
	3,5	15,8	1,23	18/18	18/24	324	432	3,8	2,85
	4,0	16,5	1,32	18/24	24/24	324	576	3,06	2,3
4,5	2,5	14	1,20	18/18	18/24	432	432	3,71	2,78
	3,0	15,5	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05
	3,5	16,3	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29
	4,0	17	1,52	18/24	24/24	324	576	3,52	2,64
4,8	2,5	14,5	1,38	18/18	18/24	432	432	4,27	3,2
	3,0	16	1,51	18/18	18/24	324	432	4,66	3,6
	3,5	16,5	1,63	18/24	24/24	324	576	3,78	2,82
	4,0	17	1,75	18/24	24/24	432	576	4,05	3,04
5,0	2,5	14,5	1,48	18/18	18/24	432	432	4,57	3,43
	3,0	16,5	1,63	18/18	18/24	432	432	5,04	3,77
	3,5	17	1,76	18/24	24/24	324	576	4,08	3,05
	4,0	17,5	1,88	18/24	24/24	324	576	4,35	3,26
5,5	2,5	15,2	1,82	18/18	18/24	432	432	5,62	4,22
	3,0	17	1,99	18/24	24/24	432	576	4,61	3,45
	3,5	17,5	2,14	18/24	24/24	324	576	4,95	3,71
	4,0	18	2,29	18/24	24/24	432	576	5,31	3,98
6,0	2,5	16,2	2,16	18/24	24/24	432	576	5,00	3,75
	3,0	17,5	2,37	18/24	24/24	432	576	5,50	4,12
	3,5	18	2,56	18/24	24/24	432	576	5,92	4,43
	4,0	18,5	2,74	18/24	24/24	432	576	6,35	4,76
7,0	2,5	17,5	2,96	18/24	24/24	432	576	6,9	5,1
	3,0	18,0	3,22	18/24	24/24	432	576	7,5	5,6
	3,5	18,5	3,48	24/24	24/24	576	576	6,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	6,5	6,2

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)

**Annexes 7** : Les résultats de chaque tuyau de chaque secteur 02.

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Rugosité	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
Tuyau S16	152.9	600	150	217.24	0.77
Tuyau S17	283.4	500	150	191.69	0.98
Tuyau T18	550.9	200	150	23.47	0.75
Tuyau S18	186.9	500	150	168.22	0.86
Tuyau T19	121.8	150	150	12.7	0.72
Tuyau T20	104.1	100	150	7.3	0.93
Tuyau S19	335.3	500	150	155.52	0.79
Tuyau T22	127.3	100	150	3.94	0.5
Tuyau T21	190.5	200	150	28.47	0.91
Tuyau S20	206	500	150	123.11	0.63
Tuyau T23	103.5	200	150	25.81	0.82
Tuyau S21	342.2	400	150	97.3	0.77
Tuyau T24	64.99	80	150	2.77	0.55
Tuyau S22	241.9	400	150	94.53	0.75
Tuyau T25	41.1	90	150	3.47	0.55
Tuyau S23	260	400	150	91.06	0.72
Tuyau T26	139.7	200	150	27.74	0.88
Tuyau S24	189.8	300	150	63.32	0.9
Tuyau T27	44.91	250	150	48.36	0.99

Tuyau T28	595.7	200	150	24.18	0.77
Tuyau S25	611.4	150	150	14.96	0.85
Tuyau T29	66.78	100	150	4.74	0.6
Tuyau T30	259.6	90	150	3.83	0.6
Tuyau T31	368.2	120	150	8.76	0.77

**Annexes 7** : Les résultats de chaque tuyau de chaque secteur 03.

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Rugosité	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
Tuyau CP3	556.2	600	150	244.38	0.86
Tuyau S26	2445	400	150	71.47	0.57
Tuyau T32	163.3	250	150	32.12	0.65
Tuyau T33	454.7	200	150	16	0.51
Tuyau S27	144.1	300	150	39.35	0.56
Tuyau T34	58.11	100	150	5.44	0.69
Tuyau S28	291.6	250	150	33.91	0.69
Tuyau T35	21.45	150	150	9.6	0.54
Tuyau T36	335.2	100	150	6.1	0.78
Tuyau T37	28.47	100	150	3.5	0.45
Tuyau S29	517.3	200	150	24.31	0.77
Tuyau T38	28.43	200	150	5.84	0.19

Tuyau S30	317.6	200	150	18.47	0.59
Tuyau T39	48.36	110	150	8.25	0.87
Tuyau T40	190.7	150	150	10.22	0.58

**Annexe 8 : Les résultats de chaque tuyau de chaque secteur 04.**

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Rugosité	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
Tuyau S31	172.7	500	150	172.91	0.88
Tuyau T41	119.9	200	150	18.91	0.6
Tuyau T42	653	150	150	9.45	0.53
Tuyau T43	81.7	200	150	18.25	0.58
Tuyau S32	600.2	500	150	135.75	0.69
Tuyau T44	57.72	300	150	54.93	0.78
Tuyau T45	391	200	150	18.43	0.59
Tuyau S34	692.3	400	150	80.82	0.64
Tuyau T46	116.2	300	150	37.23	0.53
Tuyau T47	394.4	200	150	18.23	0.58
Tuyau S35	975	300	150	43.59	0.62
Tuyau T48	32.11	200	150	21.83	0.69
Tuyau T49	171.5	150	150	10.95	0.62
Tuyau S36	430	200	150	21.76	0.69

Tuyau T51	176.3	150	150	10.88	0.62
Tuyau T50	40.91	150	150	10.88	0.62

**Annexe 9 : Le calcul simplifié des réservoirs d'air.**

**ABAQUE**

DE M. VIBERT

POUR LE CALCUL SIMPLIFIÉ  
DES RÉSERVOIRS D'AIR

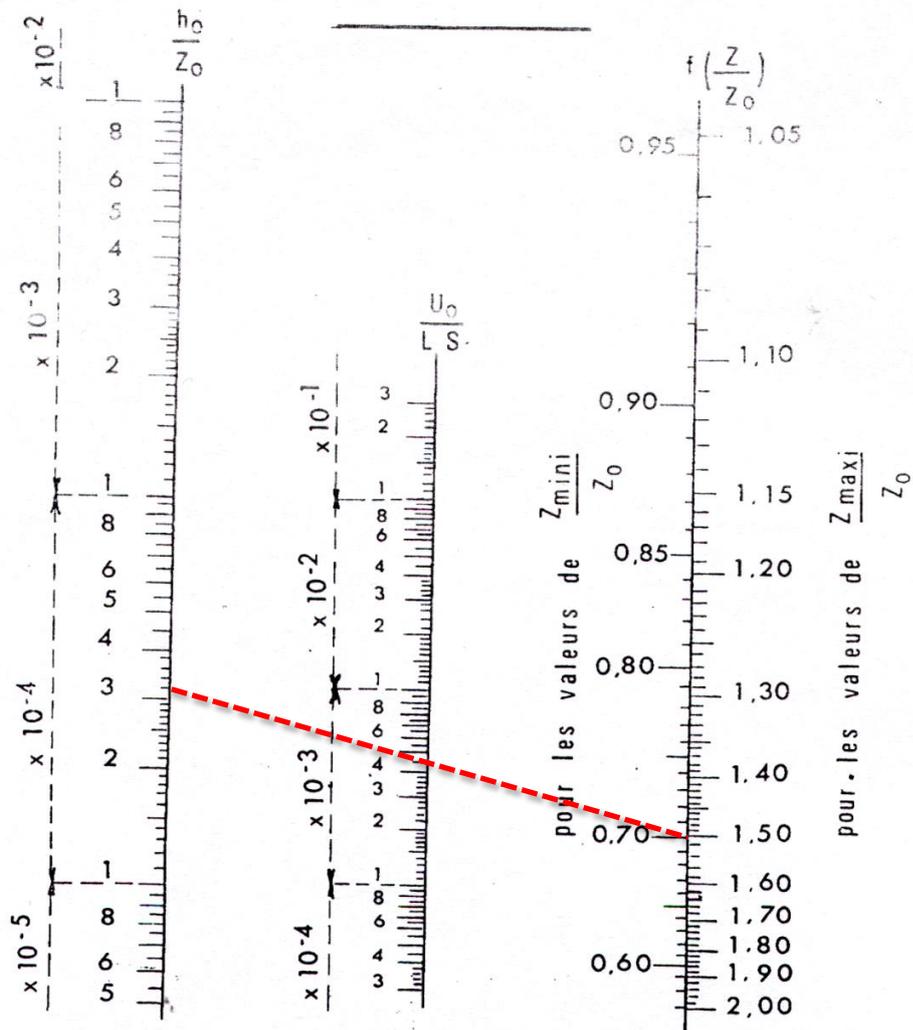


PLANCHE XXVII

## **Abréviations**

A.N.R.H : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

EAC : Exploitation Agricole Collective.

EAI : Exploitation Agricole Individuelle.

O.N.M : Office Nationale de Météo.

I.T.G.C : institut technique des grandes cultures.

A.N.B.T : Agence Nationale des BARRAGE ET DES TRANSFERES